

①

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-273027

(43)Date of publication of application : 08.10.1999

(51)Int.Cl.

G11B 5/31
G11B 5/39

(21)Application number : 11-024060

(71)Applicant : READ RITE CORP

(22)Date of filing : 01.02.1999

(72)Inventor : SHEN YONG

BAASA HAIGAABAARAARU
RIEN-CHAN WON

(30)Priority

Priority number : 98 15970 Priority date : 30.01.1998 Priority country : US

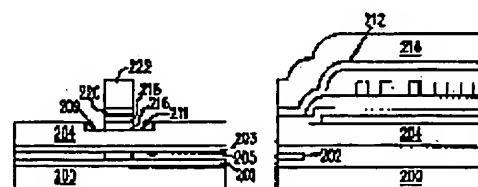
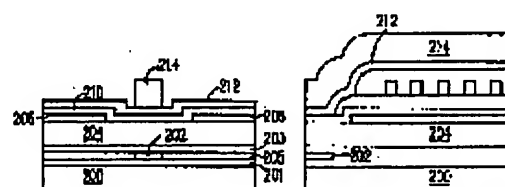
**(54) MANUFACTURING METHOD OF COMPOSITE TYPE THIN FILM MAGNETIC HEAD AND
MAGNETO-RESISTANCE HEAD STRUCTURE AND COMPOSITE TYPE THIN FILM
MAGNETIC HEAD**

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To limit the region, which is to be trimmed, to the narrow region in the vicinity of a wiring pole by trimming the pole tip region using an ion beam milling and forming a groove in a second shield layer which is located adjacent to the region above.

SOLUTION: An upper pole layer 214 is deposited on a highly saturated magnetic flux density layer and an ion trimming is conducted to trim the pole tip section to form a vertical side wall. A protective layer 206 has a function to form a pedestal section 216, which is the extension section of a lower pole, during the ion etching. By using the layer 206, grooves 209/211 and the like are formed on the second shield layer which is located adjacent to the pole tip region.

These grooves prevent the magnetic flux to go over the width of the pole tip section element and to extend toward a second shield layer 204. Having constructed this structure, a side writing is reduced and the offtrack performance is improved.



*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The process which is the manufacture approach of the compound-die thin film magnetic head equipped with the induction type write-in converter equipped with the write-in pole structure of having a bottom pole layer and a top pole layer, and the magnetic-reluctance sensor, and puts the 1st magnetic shielding on a substrate, In order to protect the field of said 2nd magnetic-shielding layer for a protective layer from said write-in pole structure the process which puts the 2nd magnetic-shielding layer which functions as the bottom pole of said write-in pole structure, and on said 2nd magnetic-shielding layer, And the manufacture approach of the compound-die thin film magnetic head characterized by having the process formed in the pattern for forming a slot in the both sides of the pedestal section which supports said write-in pole structure, and said pedestal section.

[Claim 2] The approach according to claim 1 characterized by including the process which puts a top pole layer on said 2nd magnetic-shielding layer, and the process which irradiates an ion beam at said top pole layer in order to form so that said pedestal section may be extended in said 2nd magnetic-shielding layer.

[Claim 3] The approach according to claim 1 that said magnetic-reluctance sensor is characterized by being in any of an anisotropy magnetic resistance element, a spin bulb component, or a huge magnetic resistance element.

[Claim 4] The approach according to claim 1 characterized by said protective layer being nonmagnetic.

[Claim 5] The approach according to claim 1 characterized by said protective layer consisting of thin Ta film (100 to 300 Å), 2Oaluminum3 film (5000 to 15000 Å), and thick Ta film (2000 to 10000 Å) fundamentally.

[Claim 6] The approach according to claim 1 characterized by said protective layer consisting of a non-magnetic material like SiO₂, Si₃N₄, and TaW and Cr fundamentally.

[Claim 7] The approach according to claim 1 characterized by forming the pattern of said protective layer by the etchback technique.

[Claim 8] The approach according to claim 1 characterized by forming the pattern of said protective layer by the lift-off technique.

[Claim 9] The approach according to claim 2 that said process which irradiates said ion beam is characterized by being the combination of Ar ion beam milling process and an Ar/CHF₃ reactivity ion beam milling process.

[Claim 10] It is the manufacture approach of the compound-die thin film magnetic head of having the induction type write-in converter which has the write-in pole structure equipped with the 1st pole and the 2nd pole which have the 1st pole point and the 2nd pole point for demarcating a write-in gap, respectively, and a magnetic-reluctance sensor. The process which forms the 2nd magnetic-shielding layer which functions as the 1st magnetic-shielding layer and said 1st pole, It consists of a process which forms a magnetic-reluctance sensor between said 1st magnetic-shielding layers and said 2nd magnetic-shielding layers. The process which the process which forms said magnetic-reluctance sensor puts on the pattern which forms a protection window for a protective layer on said 2nd magnetic-shielding layer, The process which forms a pole point on said protection window, and an ion beam are irradiated. The process which carries out trimming processing of the field of said pole point in order to adjoin said pole point and to form a slot in said 2nd shielding layer, The manufacture approach of the compound-die thin film magnetic head characterized by having the process which forms the coil assembly insulated after formation of said pole

point, and the process which forms the magnetic York structure.

[Claim 11] The approach according to claim 10 that said magnetic-reluctance sensor for read-out is characterized by being in any of an anisotropy magnetic resistance element, a spin bulb component, or a huge magnetic resistance element.

[Claim 12] The approach according to claim 10 characterized by said protective layer being nonmagnetic.

[Claim 13] The approach according to claim 10 characterized by said protective layer consisting of thin Ta film (100 to 300 Å), 2Oaluminum3 film (5000 to 15000 Å), and thick Ta film (2000 to 10000 Å).

[Claim 14] The approach according to claim 10 characterized by forming said protection window by the etchback technique.

[Claim 15] The approach according to claim 10 characterized by forming said protection window by the lift-off technique.

[Claim 16] The approach according to claim 10 characterized by forming said pole point on said protection window before forming said insulated coil assembly.

[Claim 17] The approach according to claim 10 characterized by forming said coil assembly as a monolayer coil.

[Claim 18] The approach according to claim 10 characterized by forming said coil assembly as a multilayer coil.

[Claim 19] The approach according to claim 10 that the process which irradiates said ion beam is characterized by being the combination of Ar ion beam milling process and an Ar/CHF₃ reactivity ion beam milling process.

[Claim 20] The approach according to claim 10 characterized by forming said magnetic York after formation of said insulated coil assembly.

[Claim 21] The process which is the approach of manufacturing the magnetoresistive head structure which has arranged the magnetic-reluctance read-out head component between the 1st shielding layer and the 2nd shielding layer, and forms a protective layer on said 2nd shielding layer at the pattern which forms a protection window, The process which forms the insulated coil assembly, and the magnetic York structure, The process which forms the pole point in the field on said window, The manufacture approach of the magnetoresistive head structure characterized by including the process which irradiates an ion beam in order to trim the field of said pole point, to adjoin said pole point and to form a slot in said 2nd shielding layer.

[Claim 22] It is the compound-die thin film magnetic head which has induction type write-in structure and a magnetic-reluctance sensor. A nonmagnetic substrate, The 1st shielding layer put on said substrate, and the 2nd shielding / pole layer which functions as the 1st pole of said induction type write-in structure, The protective layer on said 2nd shielding / pole layer which has the pattern which exposes a window in order to form the pedestal section which supports said induction type write-in structure, The compound-die thin film magnetoresistive head characterized by having the slot of said 2nd shielding / pole layer and the 2nd pole layer on said window, and said 2nd shielding / pole layer for demarcating the pedestal section formed in the bottom of said induction type write-in structure, and said pedestal.

[Claim 23] The compound-die thin film magnetoresistive head according to claim 22 to which said magnetic-reluctance sensor is characterized by being in any of an anisotropy magnetic resistance element, a spin bulb component, or a huge magnetic resistance element.

[Claim 24] The compound-die thin film magnetoresistive head according to claim 22 characterized by said protective layer being nonmagnetic.

[Claim 25] The compound-die thin film magnetoresistive head according to claim 22 characterized by said protective layer consisting of thin Ta film (100 to 300 Å), 2Oaluminum3 film (5000 to 15000 Å), and thick Ta film (2000 to 10000 Å) fundamentally.

[Claim 26] The compound-die thin film magnetoresistive head according to claim 22 characterized by said protective layer consisting of a non-magnetic material like SiO₂, Si₃N₄, and TaW and Cr fundamentally.

[Claim 27] It is the compound-die thin film magnetic head equipped with the induction type write-in structure of having the top pole and the bottom pole, and a magnetic-reluctance sensor. A nonmagnetic substrate, The 1st shielding layer put on said substrate, and the 2nd shielding layer which functions as said bottom pole of said induction type write-in structure, The magnetic-reluctance read-out component put between said 1st shielding layers and said 2nd shielding layers, The compound-die thin film

magnetoresistive head characterized by having the pole point field relevant to said top pole and said bottom pole, a write-in gap, an additional write-in gap, and the protective layer that makes the gestalt of the window which demarcates the slot formed in said 2nd shielding layer.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[Field of the Invention] This invention relates to the trimming processing approach for adjusting the top pole and the bottom pole in a write-in gap of the induction type write head on wafer level which made min especially effect of the engine performance on a read-out sensor about the compound-die thin film magnetic head incorporating the magnetic-reluctance (MR) sensor which reads the data recorded as the induction type (inductive) head for writing in data.

[Description of the Prior Art] A personal computer stores data in the hard disk drive which consists of 1 which stores data, or two or more magnetic disks. Data are written in a disk by a certain read-out/write head, or are read to every one both sides of the disk of one sheet. The consistency of the data which can be stored in the disk of predetermined size is decided by these read-out/write heads. Manufacture of this head is more difficult than manufacture of a disk including various strict thin film covering processes and patterning processes, and cost increases. The trend of computer industry is in the inclination which is going to enlarge the number of bits per unit area, and is going to make a consistency higher. It is in the inclination which makes a data rate high with this inclination in current. In a disk drive, 1 of binary system or 0 is decided according to the direction of the field recorded on the surface of a disk, and a data bit is stored magnetically. Read-out/write head reads data by switching the field in a predetermined area by detecting the direction of the field which wrote data in the disk and was recorded on it. The conventional read-out/write head perform the both sides of a write-in function and a read-out function with one induction type (inductive) head. A field is guided in a conversion gap and information is written in a magnetic disk using an electric induction coil. The same coil is used in the case of read-out mode, and the field recorded on the disk is detected. The trouble in an induction type head is a point that the number of turns of a coil required in order to detect a read-out signal increase. If there are many number of turns of a coil, the head response time will become long, therefore a data rate will fall remarkably. A read pulse signal becomes narrower, the noise which is not desirable comes to occur, therefore processing becomes much more difficult as the area which stores a data bit by the demand of a write-in higher consistency and smaller disk size becomes small. Now, the magnetic-reluctance (MR) sensor component is used in order to read the recorded magnetic signal. When a field is impressed and MR sensor changes magnetization of MR component, it measures change of resistance. It is used for this MR component any of the anisotropy MR (AMR) effectiveness, the spin bulb (SV) effectiveness, or the huge magnetic-reluctance (GMR) effectiveness they are, and it operates. Although it is used in order that an MR head may read data by measuring change of resistance, the writing of data must still be performed with an induction type head. Therefore, the "compound-die" head structure where read-out/write head has the both sides of the induction type write head and MR read-out head is used. The AMR component is equipped with three layers, i.e., MR sensor layer which it becomes from a permalloy (NiFe), a tantalum spacer layer, and a NiFe alloy soft magnetism adjacent layer (SAL) with the structure of a compound-die AMR head. SAL has resistance higher than MR sensor layer of low resistance, and gives the external bias which improves the linearity of a response. MR sensor is connected to an external read-out circuit by the lead for interconnect of the three-layer sandwich structure of Ta/Au/Ta, and the width of face of an active MR sensing field demarcates the read-out width of recording track. NiFe shielding is prepared in the surroundings of MR component, and it is made for suspension magnetic flux and the magnetic flux from an adjoining truck not to have a bad influence on MR sensor. Between shielding, it shows around so

that magnetic flux may face to MR sensor. This shielding is isolated from MR component and the interconnect section with a dielectric thin film like an aluminum oxide with a thickness of 300-2000Å decided according to linearity recording density. The write head which consists of a coil, a copper write-in gap, and the copper magnetic York structure is formed on a read-out head. The 2nd shielding of MR component functions also as the bottom pole (P1) of the write head. If it explains in full detail, a thin film transducer will be equipped with the bottom pole layer P1 and the top pole layer P2 which were made from a permalloy or other high magnetic-moment soft magnetic materials. It is combined by the back closure and these pole layers complete a magnetic path. A nonmagnetic conversion gap is formed in the opposite side of a back closure at the pole point which is an extension of the bottom pole layer P1 and the top pole layer P2. Between both pole layers, the electric coil of 1 isolated with the insulating material or 2 or more layers is formed. Change of the magnetization showing the data bit recorded on the magnetic disk to which change of magnetic flux arises in magnetic York (P1/P2) in a conversion gap, and this moves near by change of the current supplied to said coil is produced. On the contrary, change of the magnetic flux showing the data bit on a nearby magnetic disk is read by MR component, and is processed by the read-out circuit. The engine performance of the induction type write head is partially decided by precision of adjustment between a top pole point (P1) and a bottom pole point (P2). The property of the fringe magnetic field in magnetic field strength and a conversion gap like inclination is decided by this adjustment. It is important that both the pole point has the same width of face so that magnetic-flux leakage may become min. Conventionally, adjustment of a pole point has been made according to the trimming process of the pole in the manufacture phase of an induction type thin film head. The process which manufactures the conventional thin film magnetic head using the top pole as a self-align mask for trimming the bottom pole partially on U.S. Pat. No. 5,578,342 specifications is indicated. York and the pole point field which it is going to trim have decisive adjustment in the York field. There is nothing and it is processed in the pole point field containing a conversion gap according to the photolithography process according to individual which became independent so that important adjustment might be maintained. First, the bottom pole P1 is put on width of face larger than the width of face of the request in a final product on a substrate. Next, the insulating layer which forms a conversion gap is put on P1. The top pole P2 is put on an insulating layer after covering of the coil assembly surrounded by the insulator. The pole point structure where it does not have consistency is adjusted using the ingredient removal approach like ion milling. Ion milling is processing which is made to **** high energy ion on a front face, and removes the disconformity part of a pole point. With the photoresist mask for protection, a part of insulating layer in the top pole and a conversion gap is shielded. The target structure is the adjusted pole point structure. However, the precision of final pole point structure is restricted by the self-mask of the top pole P1 in the case of ion milling in fact. Although said approach improves by trying more precise masking, if especially the structure of a head becomes small, a satisfactory result still will not be obtained. As mentioned above, compound-die MR structure has combined a magnetic-reluctance (MR) read-out head and the separate write head. MR layer is fastened between the bottom shielding layer S1 and the bottom shielding layer S2. With this structure, the bottom shielding layer S2 of an MR head is used as the bottom pole P1 of the write head. The trouble of the existing MR head of this form is a point produced when the big side fringe magnetic field resulting from the leakage flux to the part of the bottom pole P1 with which the write head is prolonged exceeding desired adjustment from the top pole P2 is writing. This side fringe magnetic field restricts track density by restricting the possible minimum width of recording track. When the track written in by such the write head is read by MR component of a read-out head, the off-track engine performance falls for interference with an adjoining track. The compound-die MR head which has the side attachment wall adjusted perpendicularly is indicated by U.S. Pat. No. 5,438,747 in order to make a side fringe magnetic field into min and to improve the off-track engine performance. The piece P1 of the bottom pole which has the 2nd shielding layer S2 of a read-out head has the pedestal-like pole point of a short dimension. The pedestal-like pole point of the die length of the gap layer G short to about 2 times minimizes side writing the optimal, and improves the off-track engine performance. The bottom pole point structure of the write head is formed of the ion beam milling which uses top pole point structure as a mask. Ion beam milling is performed at a certain include angle to the side attachment wall of top pole point structure, and, thereby, a side-attachment-wall part carries out adjustment milling of the bottom pole point structure to top pole point structure. In ion beam milling, the 1st beam can mainly

perform cutting and cleaning treatment of a certain extent, and the beam which had two include angles in coincidence continuously [so that the reattachment of the waste which the 2nd beam produced mainly by said cutting may be cleaned] can be used. In the another example, one ion beam with a certain include angle can be used, on condition that the include angle is in the specific range. On the U.S. Pat. No. 5,438,747 specifications, pole trimming structure is performed after formation of magnetic York (the P2 demarcating method). In order to perform this, it is required to have conquered the operation of the topography (topography) of a coil and insulator structure on the both sides of a photoresist process and an ion milling process. The option indicated by the U.S. Pat. No. 5,452,164 specification has the in general flat structure of a device, and when the pattern formation process which followed and was excellent for the narrow track is acquired, it is the approach (the P1 demarcating method) of forming pole trim structure immediately after P1 processing process. In order to use a photoresist pattern as a hard surface mask blank and to remove the both sides of a top pole point and the pedestal-like structure in bottom shielding, ion milling was required of this approach. In order to obtain the off-track engine performance superior to that at the time of performing the magnetic-recording medium writing of high density record, and the outstanding nonlinear transition shift (NLTS) engine performance, perfect pole trimming structure is required. The important trouble in pole TOMINGU of MR structure of the conventional technique is interruption (intrusion) to the S2/P1 layer by the ion milling process. By any approach given in U.S. Pat. No. 5,438,747 and No. 5,452,164 both specifications, S2/P1 layer is damaged for the trimming by ion milling, and in case this is MR read-out, the instability by writing is produced.

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The purpose of this invention is by having the pole point (P2 demarcation) adjusted perpendicularly and the bottom shielding layer of uniform thickness after the York formation to offer the MR head structure of reducing side writing and realizing high track density. Another purpose of this invention is by having the pole point (P2 demarcation) adjusted perpendicularly and the bottom shielding layer of uniform thickness after the York formation to offer the approach of manufacturing the MR head structure of reducing side writing and realizing high track density. Still more nearly another purpose of this invention is offering the MR head structure of reducing side writing and realizing high track density by having the pole point (P1 demarcation) adjusted perpendicularly and the bottom shielding layer of uniform thickness before formation of a coil and an insulator layer after P1 pole processing. Still more nearly another purpose of this invention is to offer the approach for protecting a bottom shielding layer from interruption by the ion milling process used in order to make consistency have perpendicularly and to form a pole point.

[Means for Solving the Problem] this invention -- an induction type write-in converter and a magnetic-reluctance (MR) sensor -- having -- or [any of AMR, SV, or a GMR sensor] -- from -- becoming MR read-out component should be caught between the 1st shielding layer S1 and the 2nd shielding layers S2/P1 -- P1 offers the manufacture approach of the compound-die thin film magnetic head which functions as the bottom pole of said induction type-conversion machine. According to this invention, a protective layer is put on the pattern which forms a window on Pshielding layer S2-/1. A pole point field is formed on a window. A pole point field is trimmed using ion beam milling, and a slot is formed in the 2nd shielding layer S2 which adjoins a pole point field as a result. Said thin film magnetic-head structure is supported by the nonmagnetic substrate. The advantage of this invention is a point that the damage to S2/P1 serves as min, as effect which it is limited to a narrow field with the field near the write-in pole by which trimming is carried out, MR read-out sensor is appropriately shielded, and the write-in process of an induction type has on the read-out engine performance is made into min. Another advantage of this invention is a point that side writing decreases according to the structure, the off-track engine performance and the induction write-in engine performance are improved, and high density magnetic recording can be realized.

[Embodiment of the Invention] In drawing 10, the read-out head formed on the substrate has the MR component 100 pinched between the 1st shielding (S1) layer 102 and the 2nd shielding (S2) layer 104. MR read-out component consists of a sensing element, a magnetic-domain stabilization layer, and a bias layer, and a sensing element is formed by any of AMR, AV, or a GMR ingredient. A magnetic-domain stabilization layer is used in order to control a Barkhausen noise. A bias layer secures a sensor component operating in a linearity field, and having optimum sensitivity. The 2nd shielding (S2) layer 104 of a read-out head functions also as the bottom pole P1 of the write head. The induction type write head has bottom pole

P1 layer and top pole P two-layer 106. The insulating write-in conversion gap layer 108 is pinched between P1 layer and P two-layer. Magnetic flux is prolonged toward the 2nd shielding layer S2 exceeding the width of face of the pole tip element P1 with the big width of face which exceeds the flanks 114 and 116 of a pole point field of 104 two-layer [S] the 2nd *****. This magnetic flux produces the side writing in which the off-track engine performance is reduced. In fact, this problem carries out ion milling of one near 2nd shielding layer of a write-in gap, and is solved by forming the pedestal section which is an extension of the piece P1 of the bottom pole. The width of face of the 2nd shielding layer S2 is chosen so that MR component may be shielded. In fact, the 2nd shielding layer S2 becomes the form which inclined when forming pole trim structure in the case of the ion milling which forms the pedestal section. Since the shadow of the pole P2 is made, S2/P1 inclines and it becomes thin in the outside fields 118 and 120 distant from the write-in pole. Since thin structure reduces the effectiveness of shielding in an outside field, this is not desirable. Flat structure as shown in the broken line of drawing 10 is ideal.

The suitable approach of manufacture approach (P9B) this invention of magnetic-reluctance (MR) head structure is forming P2 demarcation write-in structure. With the write-in structure of P2 demarcation mold, write-in pole structure is formed a coil layer, an insulator, and after P2. Another example of this invention is related with P1 demarcation write-in structure. With the write-in structure of P1 demarcation form, write-in pole structure is formed before a coil layer, an insulator, and P2. The high saturation-magnetic-flux-density layer (high Bsat layer) in bottom P2 point and the upper part of pedestal-like structure is prepared near the write-in gap. A high saturation-magnetic-flux-density layer is a high magnetic-moment soft magnetism metal, and can be built with nickel100-XFeX (X= 35, 45, 55), CoZrX (X=Ta, Cr, Ru, Rh), and FeNX (X=aluminum, Ta, Rh). Drawing 1 and drawing 2 explain the 1st example in the P2 demarcating method to a detail. the 1st -- shielding S1 layer 200 is prepared and a sensing element 202 and the lead connection 205 of a pair are put on it (drawing 1 A). MR read-out component consists of a sensing element, a magnetic-domain stabilization layer, and a bias layer, and said sensing element consists of any of AMR, SV, and a GMR ingredient they are. 204 is put on MR component two-layer [S] the 2nd ***** (drawing 1 B). therefore, MR component -- the 1st -- shielding S1 layer 200 and the 2nd -- it is arranged between shielding S two-layer 204, and the 1st read-out gap 201 and the 2nd read-out gap 203 are isolated from both shielding. Since the 2nd shielding layer 204 functions as a piece P1 of the bottom pole of the write head, it is displayed as S1/P1. The 2nd shielding ingredient is formed from the double layer structure of a permalloy or a permalloy, and high saturation-magnetic-flux-density soft magnetic materials. A protective layer 206 is put on the S2-/P1 shielding layer 204 (drawing 1 C). A suitable protective layer consists of a compound layer of dielectric materials like aluminum2O3, SiO2, or Si3N4, and a non-magnetic material like Ta, W, and Mo. Next, patterning of this compound layer is carried out, and a window 208 is formed. The write-in gap layer 210 is put on a protective layer (drawing 1 D). After the process of a write-in gap, the 1st insulating layer 230, a coil 232, and the 2nd insulating layer 234 are formed (drawing 2 E). Multilayer coil structure can be formed according to a request. The high saturation-magnetic-flux-density layer 212 is put after formation of this coil and insulator structure on the write-in gap layer 210 and insulating layers 230 and 234. Next, the top P2 pole layer 214 which consists of plating or a spatter magnetic film is put on a high saturation-magnetic-flux-density layer (drawing 2 F). In order to form a perpendicular side attachment wall, ion beam trimming is used and a pole point is trimmed (drawing 2 G). When the high saturation-magnetic-flux-density ingredient by the spatter is used for the both sides of a pole point and the York structure, a photoresist or other hard surface mask blanks can be used as a mask of ion trimming. A protective layer 206 achieves the function which forms the pedestal section 216 which are the extensions P1/P2 of the bottom pole P1 in the case of ion etching. Another example is extended to P1 demarcation structure. This approach is explained to drawing 4 - drawing 6 at the detail. Drawing 1 and a process similar to the 1st example of 2 are used up to the phase of write-in gap formation about this example (drawing 4 A - drawing 4 D). The high saturation-magnetic-flux-density layer 312 is put on the write-in gap 210 after a write-in gap formation process, and the top pole point structure 314 is formed (drawing 5 E). A pole point is trimmed using the combination of the ion beam milling which forms a perpendicular side attachment wall, and reactant ion milling. (Drawing 5 F). When using the high saturation-magnetic-flux-density ingredient by the spatter for the both sides of a pole point and the York structure, a photoresist or other hard surface mask blanks can be used as a mask of ion milling. A protective layer 206 achieves the function which forms the pedestal section

216 which are the extensions P1/P2 of the piece P1 of the bottom pole in the case of ion etching. After forming the pole by which trimming was carried out, a dielectric insulating layer like aluminum₂O₃, SiO₂, or Si₃N₄ is put (drawing 4 g), and flattening of this structure is continuously carried out by chemical mechanical polish (drawing 6 H). The dielectric materials which carried out flattening function as the 1st insulator of a coil 322 (drawing 6 I). According to a request, multilayer coil structure can be formed using an additional coil and an additional insulator. The top York structure 324 is formed after formation of a coil and insulator structure (drawing 6 J). the 2nd which adjoins a pole point field by using a protective layer as shown in drawing 2 G and drawing 6 J -- slots 209/211 and 309/311 will be formed in shielding S two-layer 204. this slot -- magnetic flux -- the width of face of the pole point elements P1/P2 -- exceeding -- the 2nd -- it prevents extending toward shielding S two-layer 204. According to this structure, side writing decreases and the off-track engine performance is improved. 2nd shielding S two-layer width of face is the width of face by which MR component is shielded.

About the formation approach P1 demarcation form write-in structure of a window, or the write-in structure of P2 demarcation form, a protective layer and a window are formed according to the place which this invention teaches. The 1st example is explained with reference to drawing 8 . They are the thin Ta (100 to 300 Å) layer 402, and 3 layer structures formed 2O₃ layers (5000 to 15000 Å) of aluminum by 404 and the thick Ta film (2000 to 10000 Å) 406 S2/P1 It forms on 400 (drawing 8 A). The protection window mask 408 is formed according to a photoresist process (drawing 8 B). Next, the upper thick Ta film 410 is removed using ion milling (drawing 8 C). If 2O₃ layers of aluminum are exposed, with the application of a wet etching process or a reactant process, 2O₃aluminum₃ ingredient 412 is removable by considering the lower thin Ta film 414 as a dirty stop. (Drawing 8 D) . In case this thin Ta dirty stop layer puts a write-in gap, sputter etching can remove it. Upper thick Ta film is chosen because it has high ion milling selectivity to the transition metals and the alloy which are used as a pole ingredient. The ingredient of other classes like TaW and W can also be used. Another advantage of using Ta ingredient is the high selectivity over the write-in gap aluminum 2O₃ in an argon / fluoride reactivity ion milling process. For window formation, the insulating dielectric materials of other classes like aluminum₂O₃, SiO₂, or Si₃N₄ can be used. Patterning of this window can be carried out with a lift-off technique or an etchback technique.

After forming a pole formation process protective layer, P2 pole structure is formed. The suitable approach for forming this pole structure is shown in drawing 9 .

- (1) Ion milling (physical collision) removes completely a high saturation-magnetic-flux-density layer or the seed layer 506. The hard surface mask blank 508 which consists of a photoresist or a pole ingredient can be used.
- (2) The suitable chemical action which removes the write-in gap 504 with the application of the reactant ion beam etching (RIBE) using the chemical action of an argon/fluoride is Ar/CHF₃.
- (3) Form the pedestal-like structure 502 in S2/P1 layer 500 after removal of a write-in gap using ion milling.

The final structure of the 1st example using the P2 demarcating method shown in magnetic-reluctance (MR) head structure drawing 2 G consists of the 1st shielding layer 200, MR read-out component 202, the 2nd shielding layer 204 that functions also as the bottom pole P1, P1-/P2 field 216, the additional write-in gap 218, a write-in gap 220, and the top pole 222. Slots 209 and 211 are formed in the 2nd shielding layer 204 near the both sides of the pole point field 222 (S2) by using a protective layer and a window. The final structure of an example using the P1 demarcating method shown in drawing 6 J consists of the 1st shielding layer 200, MR read-out component 202, the 2nd shielding layer 204 that functions also as the bottom pole P1, P1-/P2 field 316, the additional write-in gap 318, a write-in gap 320, and a piece 324 of P2 pole tip. The coil 322 surrounded by the insulator is put between a bottom P1 pole layer and a top P2 pole layer. The top P2 cap 324 of width of face larger than P2 pole layer is combined with York. Slots 309 and 311 are formed in the 2nd shielding layer 204 near the both sides of a pole point field (S2) by using a protective layer and a window. The slot of both structures prevents that magnetic flux is prolonged toward the 2nd shielding layer S exceeding the width of face of the tip elements P1/P2. According to this structure, as a result of side writing's decreasing, the off-track engine performance is improved. The width of face of the 2nd shielding layer S2 is the width of face by which MR component is shielded. the time of the anisotropy MR (AMR) effectiveness, the spin bulb (SV) effectiveness, the huge magnetic-reluctance (GMR) effectiveness, or a

field being impressed for MR component indicated here, and magnetization of a component changing -- magnetism -- it will be understood by this contractor that they may be all the **** components that operate using all other **** structures based on the phenomenon in which resistance of a conductor changes. He can make an ion beam process into the combination of Ar ion beam trimming process and an Ar/CHF₃ reactivity ion beam trimming process, and it will be understood by this contractor that the chemical action of CF₄ and other fluorides like CH₂F₂ is applicable. although a protective layer is not what is limited to these -- all **** like other non-magnetic materials like the combination of Ta, aluminum 2O₃, Ta film, and thin Ta (100 to 300 Å), aluminum 2O₃ (5000 to 15000 Å) and thick Ta film (2000 to 10000 Å) or SiO₂, Si₃N₄, and TaW and Cr -- he is a suitable non-magnetic material and obtaining will be understood by this contractor. Upper thick Ta film is chosen because the ion milling selectivity over the transition metals and the alloy which are used as a pole ingredient is high. The ingredient of other classes like TaW and W can also be used. Another advantage of using Ta ingredient is the high selectivity over the write-in gap aluminum 2O₃ in an argon / fluoride reactivity ion milling process. Insulating dielectric materials of other classes like aluminum₂O₃, SiO₂, or Si₃N₄ can be used for formation of a window. Patterning of this window can be carried out with a lift-off technique or an etchback technique.

[Effect of the Invention] According to this invention, by constituting, as mentioned above, the writing by the side fringe decreases in the induction type write head of the compound-die thin film magnetic head, and the off-track engine performance is improved.

[Translation done.]

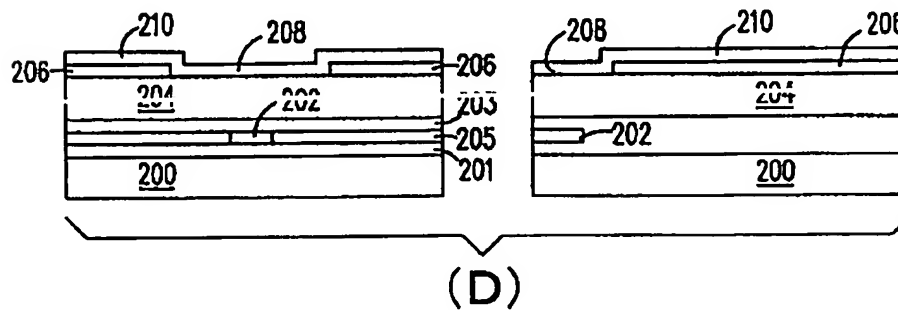
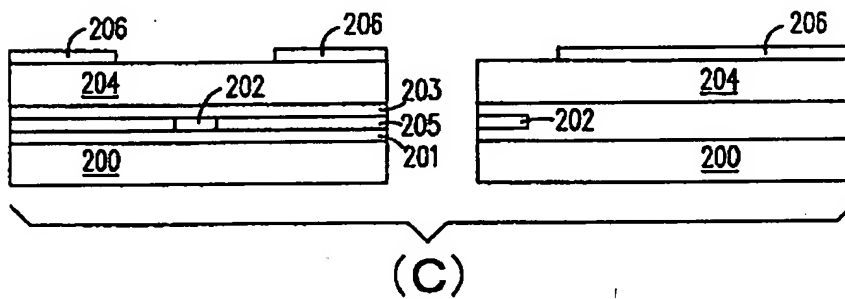
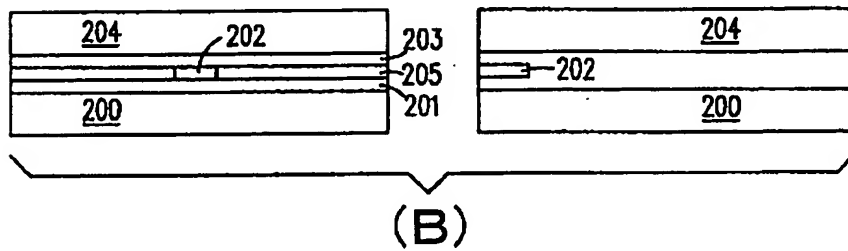
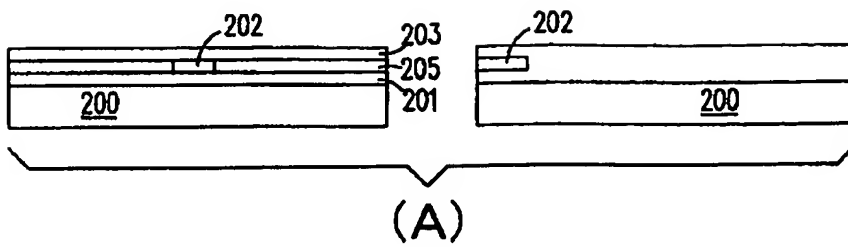
*** NOTICES ***

**JPO and NCIPi are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.**

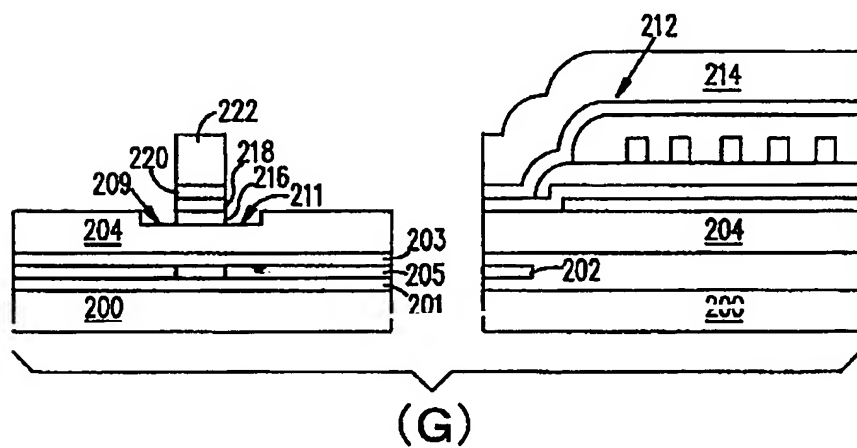
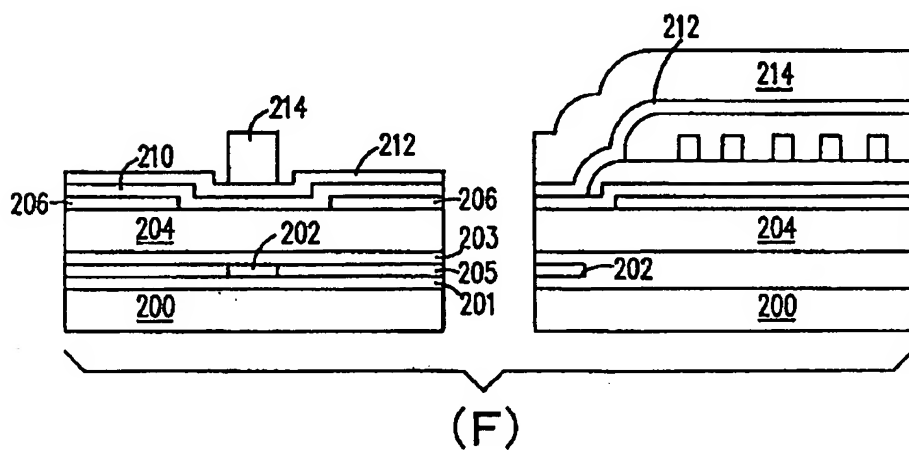
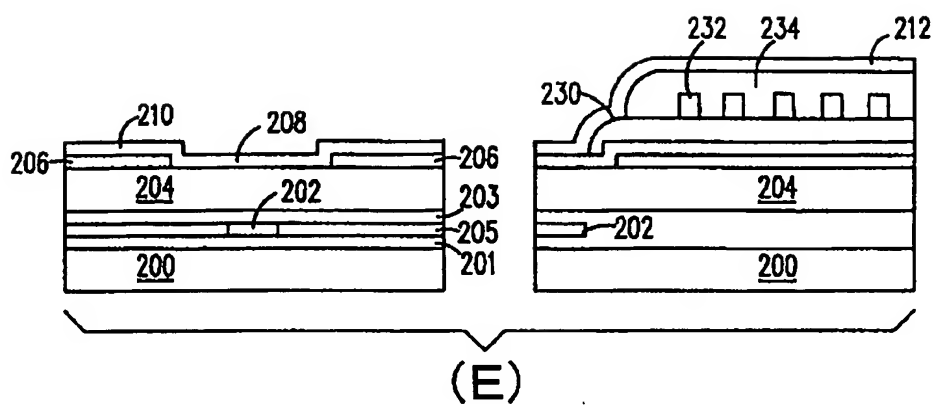
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

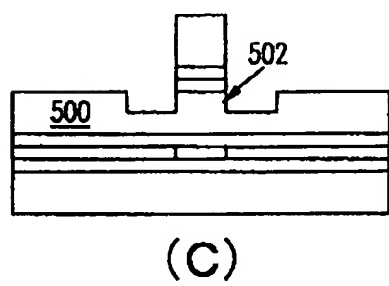
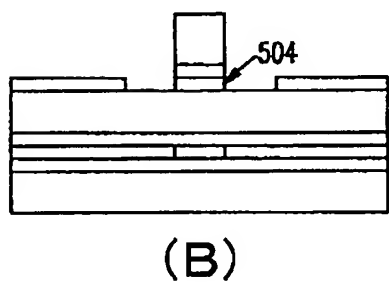
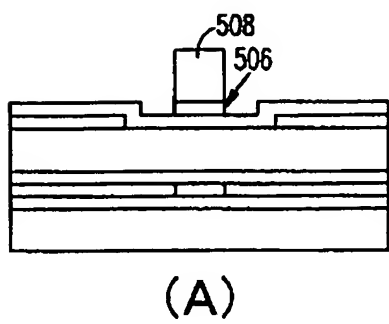
[Drawing 1]



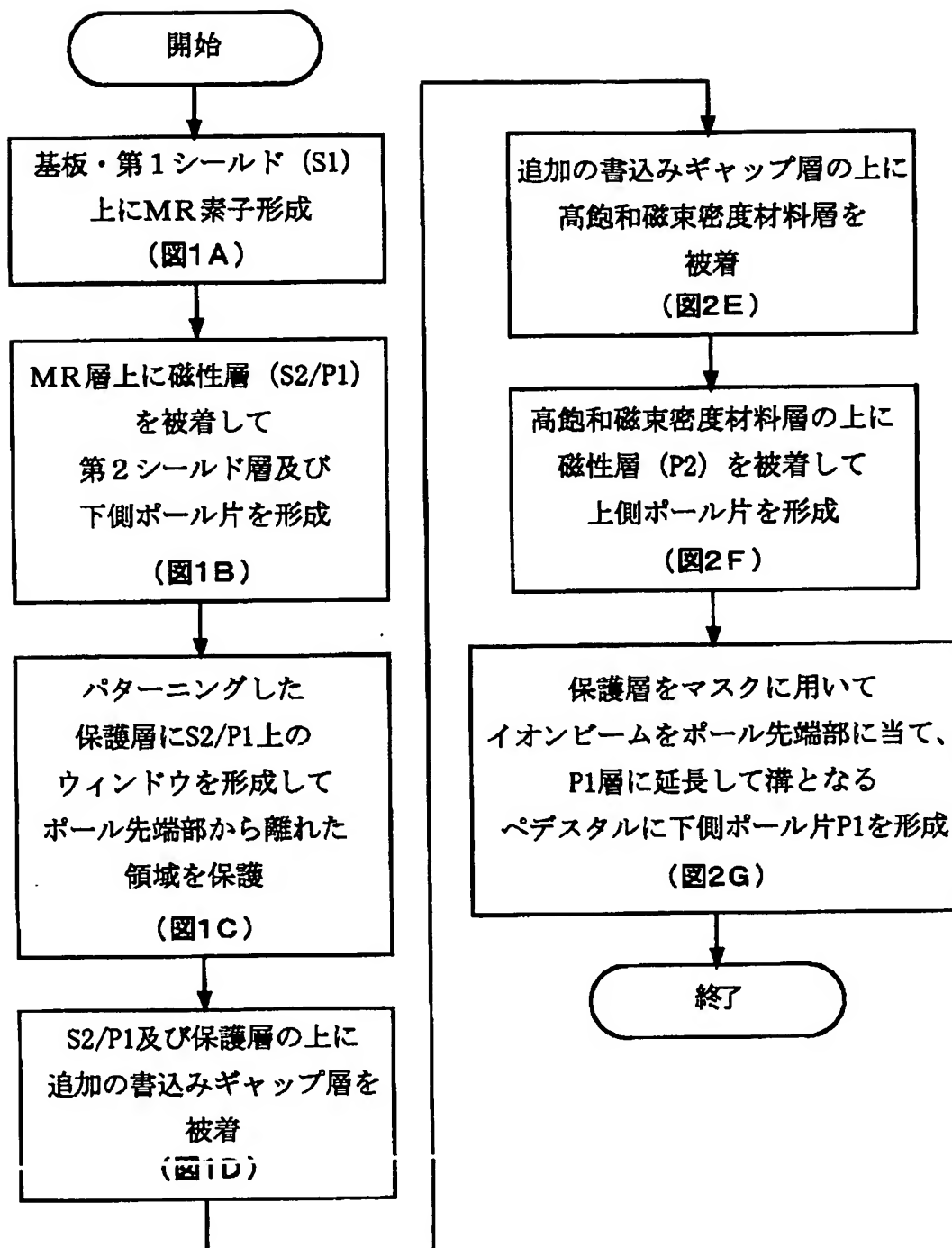
[Drawing 2]



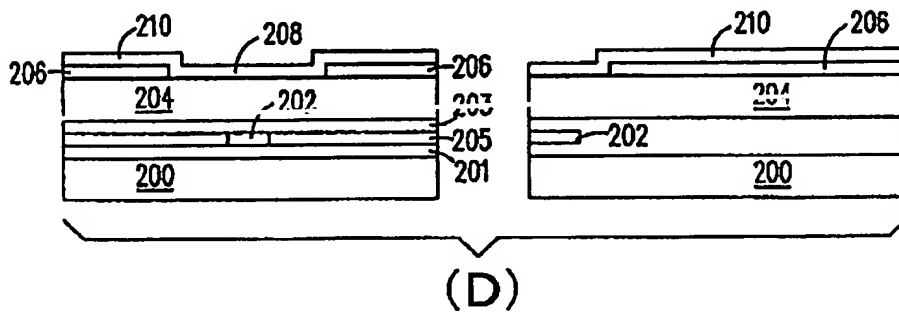
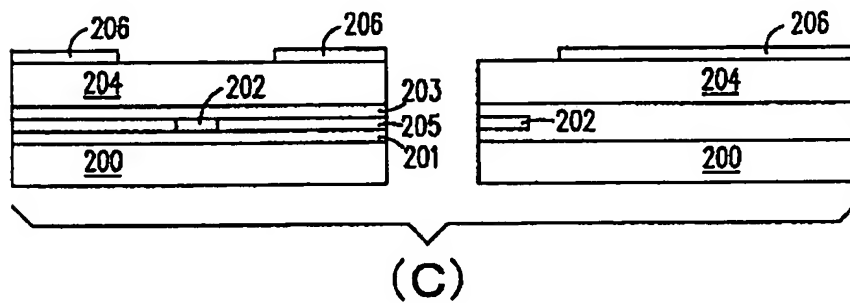
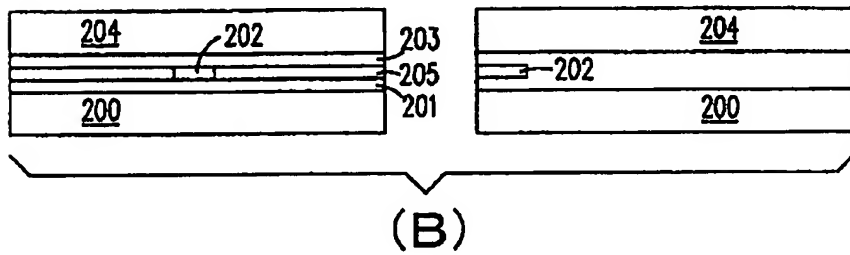
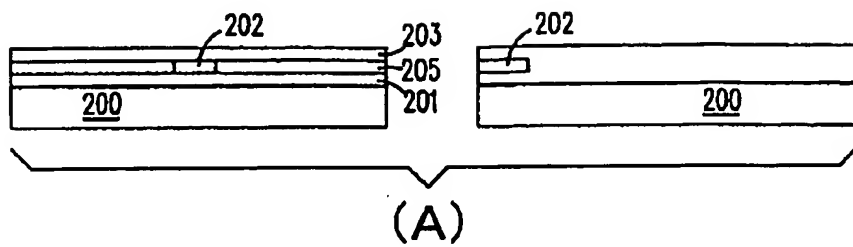
[Drawing 9]



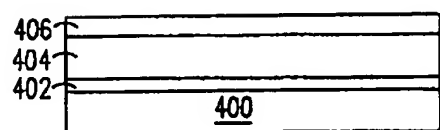
[Drawing 3]



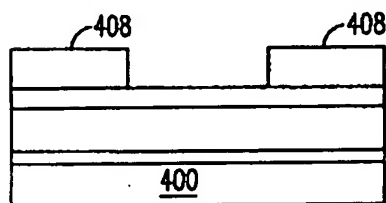
[Drawing 4]



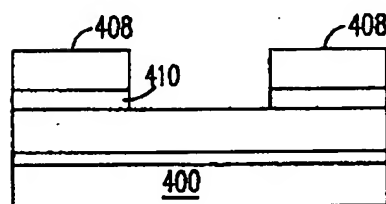
[Drawing 8]



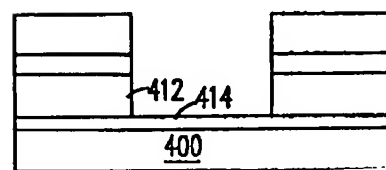
(A)



(B)

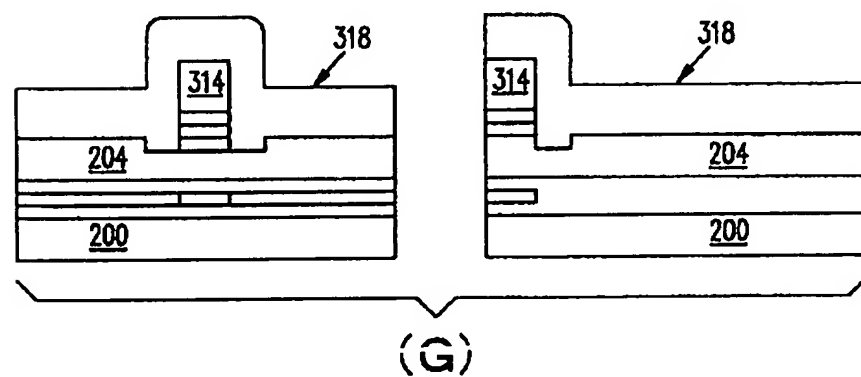
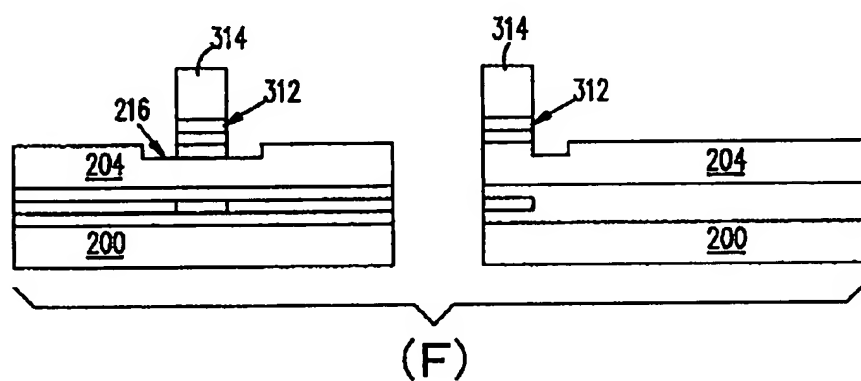
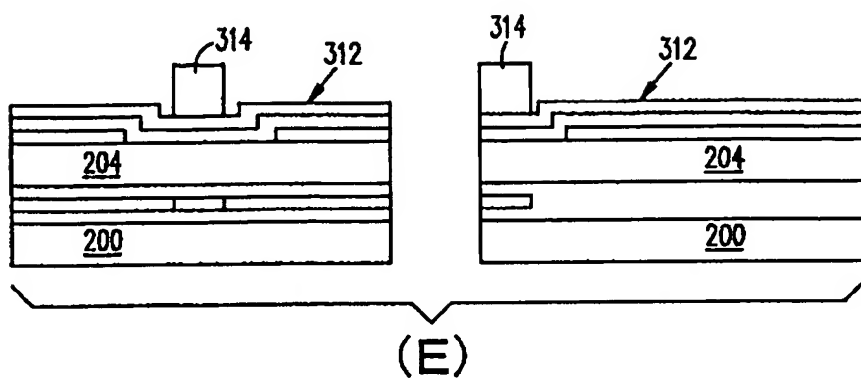


(C)

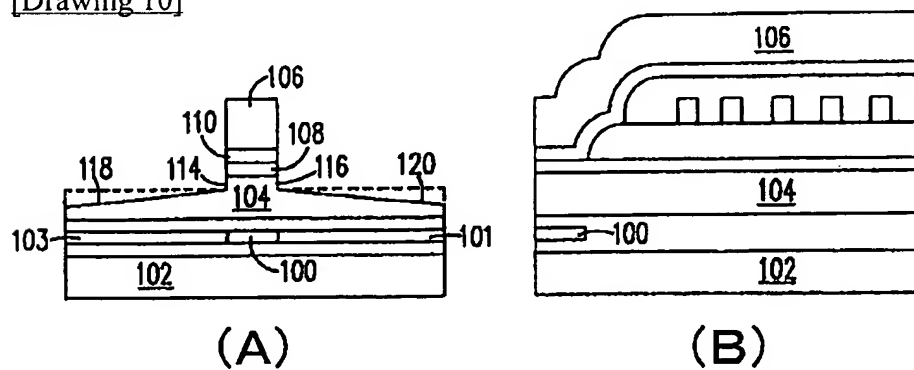


(D)

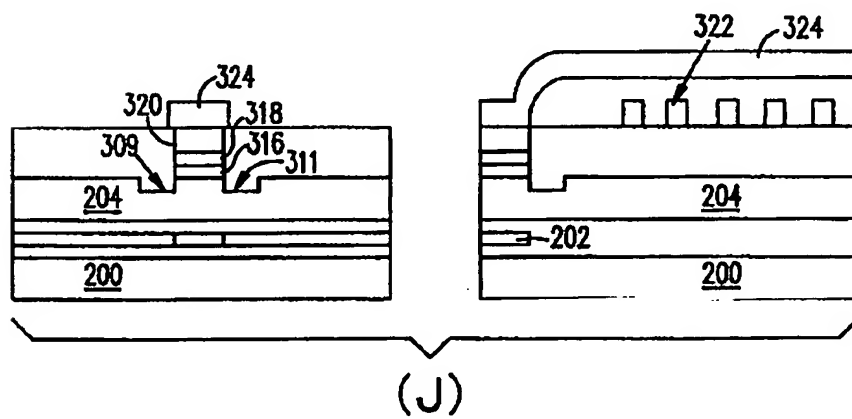
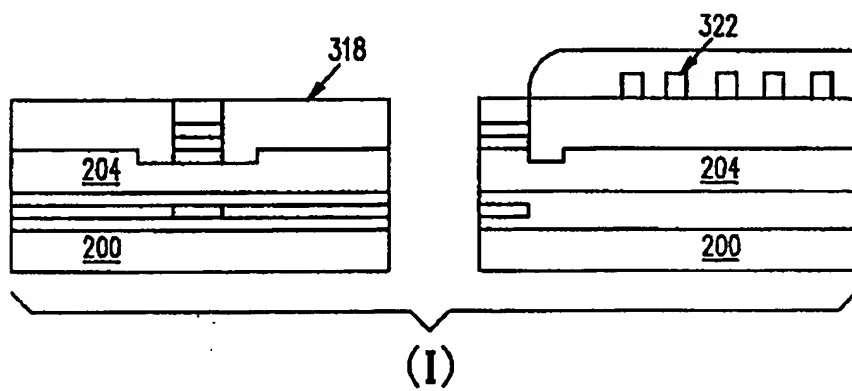
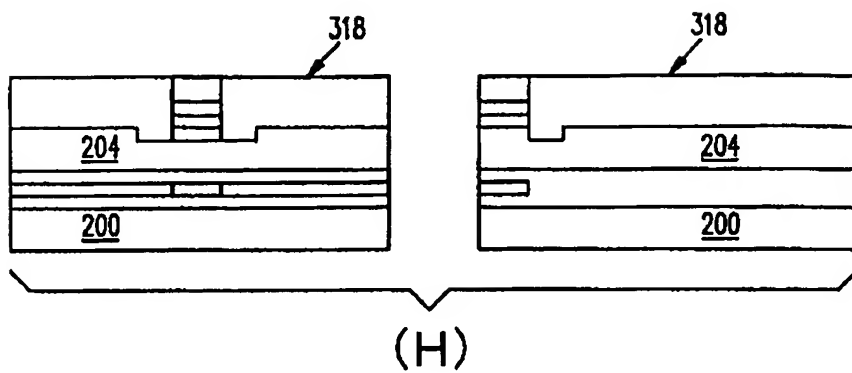
[Drawing 5]



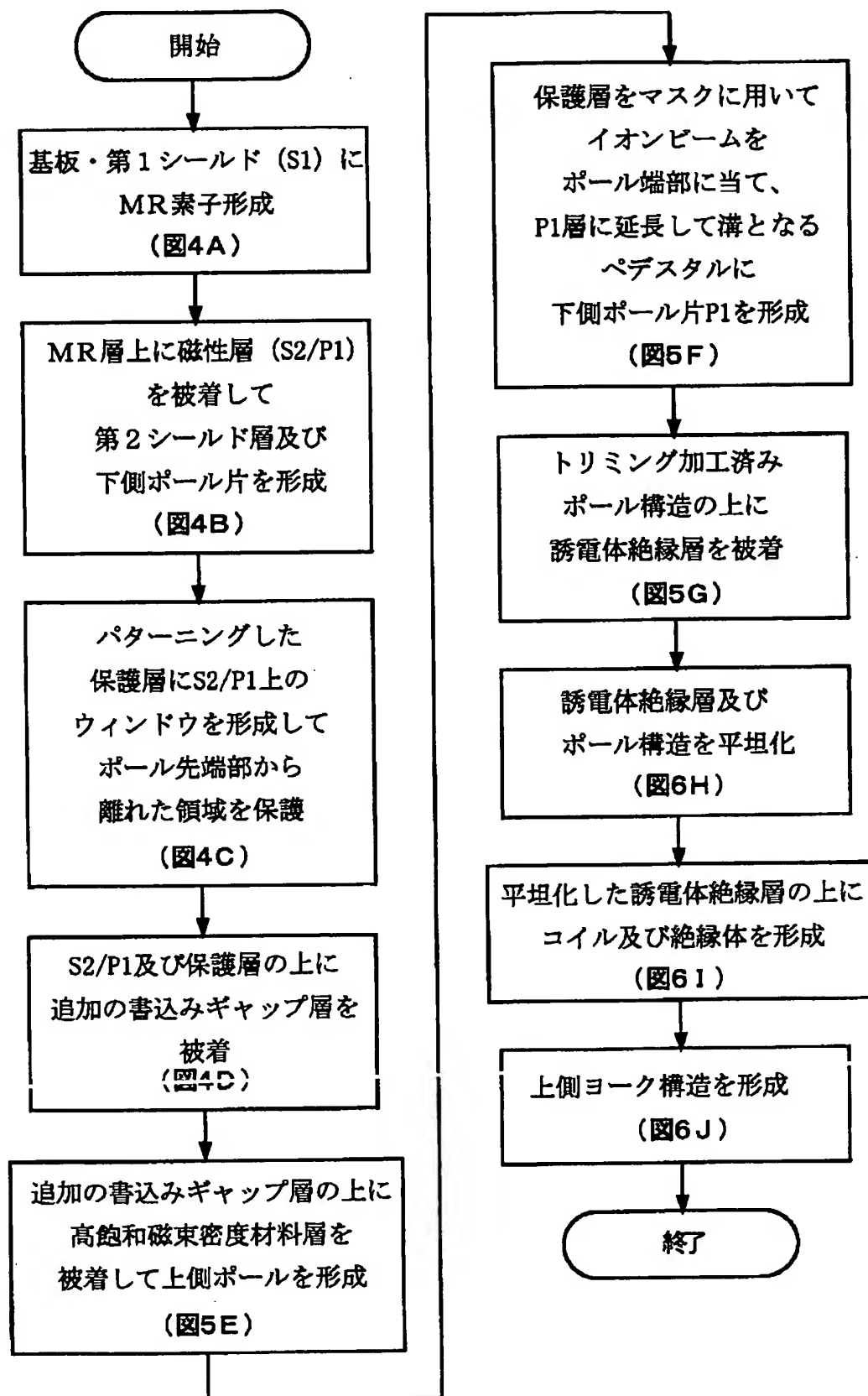
[Drawing 10]



[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-273027

(43) 公開日 平成11年(1999)10月8日

(51) Int.Cl.⁸

G 1 1 B 5/31

5/39

識別記号

F I

G 1 1 B 5/31

5/39

K

審査請求 未請求 請求項の数27 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平11-24060

(22) 出願日 平成11年(1999)2月1日

(31) 優先権主張番号 09/015970

(32) 優先日 1998年1月30日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 592060422

リード・ライト コーポレーション

READ-RITE CORPORATI
ON

アメリカ合衆国 カリフォルニア州

95035 ミルピタス ロスコージェスト
リート 345

(72) 発明者 ヨング・シェン

アメリカ合衆国・カリフォルニア州・

95035, ミルピタス, ヘイ・コート・1084

(74) 代理人 弁理士 梅田 明彦

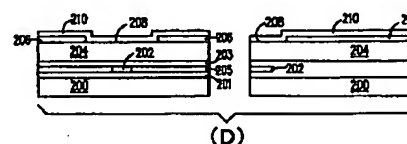
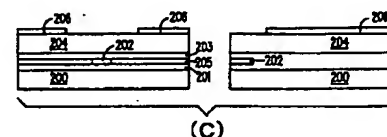
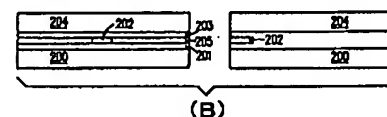
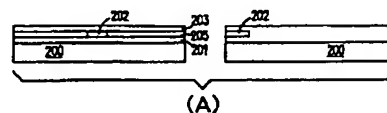
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複合型薄膜磁気ヘッド及び磁気抵抗ヘッド構造の製造方法、複合型薄膜磁気ヘッド

(57) 【要約】

【解決手段】 誘導型書き込み構造及び磁気抵抗センサを備えた複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法において、パターンニングした保護層を用いて、誘導型書き込み構造のポール先端部から離れた領域の第2シールド/下ポール層を保護するために保護層にウィンドウを設ける。製造中の構成は、第1シールド層、磁気抵抗素子、下側ポールとして機能する第2シールド層、保護層、保護ウィンドウ、書き込みギャップ、上ポール、及びポール先端部構造からなる。保護層及び保護ウィンドウを用いて、書き込み構造を支持するペダスタル部に隣接して第2シールド層に溝を形成する。溝は、磁束がポール先端部構造の幅を超えて第2シールド層に延びるのを防止する。第2シールド層は、磁気抵抗素子をシールドし得る幅を有する。

【効果】 サイドフリンジによる書き込みが低減してオフトラック性能が改善される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 下側ポール層及び上側ポール層を有する書込みポール構造を備える誘導型書込み変換器と磁気抵抗センサとを備えた複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、

基板上に第 1 磁気シールド層を被着する過程と、

前記書込みポール構造の下側ポールとして機能する第 2 磁気シールド層を被着する過程と、

前記第 2 磁気シールド層上に保護層を、前記書込みポール構造から前記第 2 磁気シールド層の領域を保護するため、及び前記書込みポール構造を支持するペDESTAL 部及び前記ペDESTAL 部の両側に溝を形成するためのパターンに形成する過程とを有することを特徴とする複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 2】 前記第 2 磁気シールド層の上に上側ポール層を被着する過程と、

前記ペDESTAL 部を前記第 2 磁気シールド層の中に延長するように形成するために、イオンビームを前記上側ポール層に照射する過程とを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】 前記磁気抵抗センサが、異方性磁気抵抗素子、スピナルブ素子、又は巨大磁気抵抗素子の何れかであることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】 前記保護層が非磁性であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】 前記保護層が基本的に薄い Ta 膜 (100-300 Å)、 Al_2O_3 膜 (5000-15000 Å)、及び厚い Ta 膜 (2000-10000 Å) からなることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】 前記保護層が基本的に SiO_2 、 Si_3N_4 、TaW 及び Cr のような非磁性材料からなることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】 前記保護層のパターンがエッチバック技術により形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】 前記保護層のパターンがリフトオフ技術により形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】 前記イオンビームを照射する前記過程が、Ar イオンビームミリングプロセスと Ar/CHF₃ 反応性イオンビームミリングプロセスとの組み合わせであることを特徴とする請求項 2 に記載の方法。

【請求項 10】 書込みギャップを画定するための第 1 ポール先端部及び第 2 ポール先端部をそれぞれ有する第 1 ポール及び第 2 ポールを備えた書込みポール構造を有する誘導型書込み変換器と磁気抵抗センサとを有する複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、第 1 磁気シールド層と前記第 1 ポールとして機能する第 2 磁気シールド層とを形成する過程と、前記第 1 磁気シールド層と前記第 2 磁気シールド層との

間に磁気抵抗センサを形成する過程とからなり、

前記磁気抵抗センサを形成する過程が、

前記第 2 磁気シールド層の上に保護層を、保護ウィンドウを形成するパターンに被着する過程と、

前記保護ウィンドウの上にポール先端部を形成する過程と、

イオンビームを照射して、前記ポール先端部に隣接して前記第 2 シールド層に溝を形成するために前記ポール先端部の領域をトリミング加工する過程と、

10 前記ポール先端部の形成後に、絶縁されたコイルアセンブリを形成する過程と、

磁気ヨーク構造を形成する過程とを有することを特徴とする複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 11】 読出し用の前記磁気抵抗センサが、異方性磁気抵抗素子、スピナルブ素子、又は巨大磁気抵抗素子の何れかであることを特徴とする請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】 前記保護層が非磁性であることを特徴とする請求項 10 に記載の方法。

20 【請求項 13】 前記保護層が薄い Ta 膜 (100-300 Å)、 Al_2O_3 膜 (5000-15000 Å)、及び厚い Ta 膜 (2000-10000 Å) からなることを特徴とする請求項 10 に記載の方法。

【請求項 14】 前記保護ウィンドウがエッチバック技術により形成されることを特徴とする請求項 10 に記載の方法。

【請求項 15】 前記保護ウィンドウがリフトオフ技術により形成されることを特徴とする請求項 10 に記載の方法。

30 【請求項 16】 前記絶縁されたコイルアセンブリを形成する前に、前記保護ウィンドウの上に前記ポール先端部を形成することを特徴とする請求項 10 に記載の方法。

【請求項 17】 前記コイルアセンブリを半層コイルとして形成することを特徴とする請求項 10 に記載の方法。

【請求項 18】 前記コイルアセンブリを多層コイルとして形成することを特徴とする請求項 10 に記載の方法。

40 【請求項 19】 前記イオンビームを照射する過程が、Ar イオンビームミリングプロセスと、Ar/CHF₃ 反応性イオンビームミリングプロセスとの組み合わせであることを特徴とする請求項 10 に記載の方法。

【請求項 20】 前記絶縁されたコイルアセンブリの形成後に前記磁気ヨークを形成することを特徴とする請求項 10 に記載の方法。

【請求項 21】 磁気抵抗読出しヘッド素子を第 1 シールド層と第 2 シールド層との間に配置した磁気抵抗ヘッド構造を製造する方法であって、

50 前記第 2 シールド層上に保護層を、保護ウィンドウを形

成するパターンに形成する過程と、
絶縁されたコイルアセンブリを形成する過程と、
磁気ヨーク構造と、前記ウィンドウの上の領域にあるポール先端部とを形成する過程と、
前記ポール先端部の領域をトリミングして、前記ポール先端部に隣接して前記第2シールド層に溝を形成するためにイオンビームを照射する過程とを含むことを特徴とする磁気抵抗ヘッド構造の製造方法。

【請求項22】 誘導型書込み構造及び磁気抵抗センサを有する複合型薄膜磁気ヘッドであって、
非磁性の基板と、
前記基板の上に被着された第1シールド層と、
前記誘導型書込み構造の第1ポールとして機能する第2シールド／ポール層と、
前記誘導型書込み構造を支持するペDESTAL部を形成するためにウィンドウを露出するパターンを有する、前記第2シールド／ポール層の上の保護層と、
前記第2シールド／ポール層及び前記ウィンドウの上の第2ポール層と、
前記誘導型書込み構造の下に形成されたペDESTAL部、
及び前記ペDESTALを画定するための前記第2シールド／ポール層の溝とを有することを特徴とする複合型薄膜磁気抵抗ヘッド。

【請求項23】 前記磁気抵抗センサが、異方性磁気抵抗素子、スピンバルブ素子、又は巨大磁気抵抗素子の何れかであることを特徴とする請求項22に記載の複合型薄膜磁気抵抗ヘッド。

【請求項24】 前記保護層が非磁性であることを特徴とする請求項22に記載の複合型薄膜磁気抵抗ヘッド。

【請求項25】 前記保護層が基本的に薄いTa膜(100-300Å)、Al₂O₃膜(5000-15000Å)及び厚いTa膜(2000-10000Å)からなることを特徴とする請求項22に記載の複合型薄膜磁気抵抗ヘッド。

【請求項26】 前記保護層が基本的にSiO₂、Si₃N₄、TaW及びCrのような非磁性材料からなることを特徴とする請求項22に記載の複合型薄膜磁気抵抗ヘッド。

【請求項27】 上側ポール及び下側ポールを有する誘導型書込み構造と、磁気抵抗センサとを備えた複合型薄膜磁気ヘッドであって、
非磁性の基板と、
前記基板上に被着された第1シールド層と、
前記誘導型書込み構造の前記下側ポールとして機能する第2シールド層と、
前記第1シールド層と前記第2シールド層との間に被着された磁気抵抗読出し素子と、
前記上側ポール及び前記下側ポールに関連するポール先端部領域と、
書込みギャップと、
追加の書込みギャップと、

前記第2シールド層に形成される溝を画定するウィンドウの形態をなす保護層とを有することを特徴とする複合型薄膜磁気抵抗ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【発明の属する技術分野】本発明は、データを書き込むための誘導型(インダクティブ)ヘッドと記録されたデータを読み出す磁気抵抗(MR)センサとを組み込んだ複合型薄膜磁気ヘッドに関するものであり、特に、読み出しセンサの性能への影響を最小にした、ウエハレベルで誘導型書込みヘッドの書込みギャップにおける上側ポールと下側ポールとを整合させるためのトリミング加工方法に関するものである。

【従来の技術】パーソナルコンピュータは、データを格納する1又は2以上の磁気ディスクからなるハードディスクドライブにデータを格納する。データは、1枚のディスクの両側に1つずつある読出し／書込みヘッドによりディスクに書き込まれたり読み出される。これらの読出し／書込みヘッドによって、所定サイズのディスクに格納し得るデータの密度が決まる。このヘッドの製造は、種々の厳密な薄膜被着過程及びパターンニング過程を含み、ディスクの製造より困難でコストが嵩む。コンピュータ産業の動向は、単位面積当たりのビット数を大きくして密度をより高くしようとする傾向にある。現在では、この傾向とともにデータ速度を高くする傾向にある。ディスクドライブでは、二進法の1又は0をディスクの表面に記録される磁界の方向によって決めて、データビットが磁気的に格納される。読出し／書込みヘッドは、所定の面積における磁界を切り換えることによりディスクにデータを書き込み、かつ記録された磁界の方向を検知することによりデータを読み出す。従来の読出し／書込みヘッドは、1つの誘導型(インダクティブ)ヘッドで書込み機能及び読出し機能の双方を実行する。変換ギャップにおいて磁界を誘導し、電氣的誘導コイルを用いて磁気ディスクに情報を書き込む。その同じコイルを読出しモードの際に用いて、ディスク上に記録された磁界を検出する。誘導型ヘッドにおける問題点は、読出し信号を検出するために必要なコイルの巻数が多くなる点である。コイルの巻数が多いとヘッド応答時間が長くなり、従ってデータ速度が著しく低下する。より高い書込み密度及びより小さいディスクサイズの要求によりデータビットを格納する面積が小さくなるにつれて、読出しパルス信号がより狭くなり、かつ望ましくないノイズが発生するようになり、従って処理が一層困難になる。現在、磁気抵抗(MR)センサ素子が、記録された磁気信号を読み出すために用いられている。MRセンサは、磁界が印加されてMR素子の磁化を変化させた際に抵抗の変化を測定する。このMR素子は、異方性MR(AMR)効果、スピンバルブ(SV)効果、又は巨大磁気抵抗(GMR)効果の何れかを用いて動作する。

抵抗の変化を測定することにより、MRヘッドはデータ

を讀出するために用いられるが、データの書込みは依然として誘導型ヘッドで行わなければならない。従って、讀出し／書込みヘッドが誘導型書込みヘッド及びMR讀出しヘッドの双方を有する「複合型」ヘッド構造が用いられる。複合型AMRヘッドの構造では、AMR素子が3つの層、即ちパーマロイ(NiFe)からなるMRセンサ層、タンタルスペーサ層、及びNiFe合金軟磁性隣接層(SAL)を備える。SALは低抵抗のMRセンサ層より高い抵抗値を有し、応答の線形性を改善する外部バイアスを付与する。MRセンサは、例えばTa/Au/Taの三層サンドイッチ構造の相互接続用リードにより外部讀出し回路に接続され、アクティブMR感知領域の幅が讀出しトラック幅を画定する。

NiFeシールドをMR素子の周りに設けて、浮遊磁束及び隣接トラックからの磁束が、MRセンサに悪影響を及ぼさないようにする。シールド間では、磁束がMRセンサに向かうように案内される。このシールドは、MR素子及び相互接続部から、線形記録密度に応じて決まる300~2000Åの厚さの酸化アルミニウムのような誘電体薄膜により隔離されている。銅のコイル、書込みギャップ、及び磁気ヨーク構造からなる書込みヘッドは、讀出しヘッドの上に形成される。MR素子の第2シールドは、書込みヘッドの下側ポール(P1)としても機能する。詳述すると、薄膜変換器は、パーマロイまたは他の高磁気モーメント軟磁性材料から作られた、下側ポール層P1及び上側ポール層P2を備える。これらのポール層は、バッククロージャで結合されて磁路を完成させる。バッククロージャの反対側には、非磁性変換ギャップが下側ポール層P1及び上側ポール層P2の延長部であるポール先端部に形成される。両ポール層間には、絶縁物により隔離された1又は2以上の層の電気コイルが形成される。前記コイルに供給される電流の変化により、変換ギャップにおいて磁気ヨーク(P1/P2)に磁束の変化が生じ、これが近傍を移動する磁気ディスク上に記録されるデータビットを表す磁化の変化を生じさせる。逆に、近傍の磁気ディスク上のデータビットを表す磁束の変化は、MR素子によって讀み出され、讀出し回路により処理される。誘導型書込みヘッドの性能は、部分的には上側ポール先端部(P1)と、下側ポール先端部(P2)との間の整合の精度によって決まる。この整合により、磁界強度及び勾配のような変換ギャップにおけるフリンジ磁界の特性が決まる。磁束漏れが最小になるように両ポール先端部が同じ幅を有することが重要である。従来、ポール先端部の整合は、誘導型薄膜ヘッドの製造段階におけるポールのトリミング工程によりなされてきた。米国特許第5,578,342号明細書には、下側ポールを部分的にトリミングするための自己整合マスクとして上側ポールを用いる、従来の薄膜磁気ヘッドを製造する工程が記載されている。トリミングしようとするヨーク及びポール先端部領域は、ヨーク領域では整合が決定的で

なく、変換ギャップを含むポール先端部領域では重要な整合を維持するように独立した個別のフォトリソグラフィ工程により処理される。先ず、下側ポールP1を基板上に、最終的な製品における所望の幅より広い幅に被着する。次に、変換ギャップを形成する絶縁層をP1の上に被着する。絶縁体によって包囲されたコイルアセンブリの被着後、上側ポールP2を絶縁層の上に被着する。未整合のポール先端部構造は、イオンミリングのような材料除去方法を用いて整合させる。イオンミリングは、表面に高エネルギーイオンを衝突させて、ポール先端部の非整合部分を除去する処理である。保護用フォトレジストマスクにより、上側ポール及び変換ギャップにおける絶縁層の一部をシールドする。目的とする構造は、整合したポール先端部構造である。しかし、実際には、イオンミリングの際における上側ポールP1の自己マスクによって、最終的なポール先端部構造の精度が制限されている。より精密なマスキングを試みることににより、前記方法は改善されているが、それでも、特にヘッドの構造が小さくなってくると、満足な結果は得られない。上述したように、複合型MR構造は、磁気抵抗(MR)讀出しヘッドと別個の書込みヘッドとを結合している。MR層は、下側シールド層S1と上側シールド層S2との間に挟装されている。この構造では、MRヘッドの上側シールド層S2が、書込みヘッドの下側ポールP1として用いられる。この型式の既存のMRヘッドの問題点は、書込みヘッドが、上側ポールP2から所望の整合を超えて延びる下側ポールP1の部分への漏れ磁束に起因する、大きなサイドフリンジ磁界が書込みの時に生ずる点である。このサイドフリンジ磁界は、可能な最小トラック幅を制限することにより、トラック密度を制限する。このような書込みヘッドにより書込まれたトラックが讀出しヘッドのMR素子により讀み出されるとき、隣接トラックとの干渉のためにオフトラック性能が低下する。米国特許第5,438,747号には、サイドフリンジ磁界を最小にし、かつオフトラック性能を改善するべく、垂直方向に整合した側壁を有する複合型MRヘッドが開示されている。讀出しヘッドの第2シールド層S2を有する下側ポール片P1は、短い寸法のペダスタル状ポール先端部を有する。ギャップ層Gの長さの2倍程度に短いペダスタル状ポール先端部は、サイド書込みを最適に最小化し、かつオフトラック性能を改善する。書込みヘッドの下側ポール先端部構造は、上側ポール先端部構造をマスクとして用いるイオンビームミリングによって形成される。イオンビームミリングは、上側ポール先端部構造の側壁に対して或る角度で行われ、これにより下側ポール先端部構造を、側壁部分が上側ポール先端部構造に整合ミリングする。イオンビームミリングでは、第1のビームが主として切削及び或る程度のクリーニング処理を行い、第2のビームが主として前記切削によって生じたくずの再付着をクリーニングするように連続的に又は同時

に2つの角度をもったビームを用いることができる。別の実施例では、或る角度をもった1本のイオンビームを、その角度が特定の範囲にあることを条件に用いることができる。米国特許第5,438,747号明細書では、ポールトリミング構造が、磁気ヨークの形成後に実行されている(P2画定法)。これを行うには、フォトレジストプロセス及びイオンミリングプロセスの双方でコイル及び絶縁体構造のトポグラフィ(topography)の作用を克服していることが必要である。米国特許第5,452,164号明細書に記載されている別の方法は、デバイスの構造が概ね平坦で、かつ従って狭いトラックのために優れたパターン形成プロセスが得られる場合に、P1加工工程の直後にポールトリム構造を形成する方法(P1画定法)である。この方法では、フォトレジストパターンがハードマスクとして用いられ、かつ上側ポール先端部及び下側シールドにおけるペDESTAL状構造の双方を除去するためにイオンミリングが必要であった。高密度記録の磁気記録媒体書込みを行う際のより優れたオフトラック性能、及び優れたノンリニア・トランジション・シフト

(NLTS)性能を得るためには、完全なポールトリミング構造が必要である。従来技術のMR構造のポールトリミングにおける重要な問題点は、イオンミリングプロセスによるS2/P1層への割込み(intrusion)である。米国特許第5,438,747号及び第5,452,164号両明細書に記載のいずれの方法でも、イオンミリングによるトリミングのためにS2/P1層が損傷し、これがMR読出しの際に書込みによる不安定性を生じさせている。

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、ヨーク形成後に垂直方向に整合させたポール先端部(P2画定)と均一な厚さの下側シールド層とを備えることにより、サイド書込みを低減させて高トラック密度を実現するMRヘッド構造を提供することにある。本発明の別の目的は、ヨーク形成後に垂直方向に整合させたポール先端部(P2画定)と均一な厚さの下側シールド層とを備えることにより、サイド書込みを低減させて高トラック密度を実現するMRヘッド構造を製造する方法を提供することにある。本発明の更に別の目的は、P1ポール加工の後でコイル及び絶縁体層の形成前に垂直方向に整合させたポール先端部(P1画定)と、均一な厚さの下側シールド層とを備えることにより、サイド書込みを低減させて高トラック密度を実現するMRヘッド構造を提供することである。本発明の更に別の目的は、垂直方向に整合させポール先端部を形成するために用いられるイオンミリングプロセスによる割込みから下側シールド層を保護するための方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】本発明は、誘導型書込み変換器及び磁気抵抗(MR)センサを備え、AMR、SV、またはGMRセンサの何れかからなるMR読出し素子が、第1シールド層S1と第2シールド層S2/P1との間に挟まれ、P1が、前記誘導型変換器の下側ポー

ルとして機能する複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供する。本発明によれば、保護層がシールド層S2/P1上に、ウィンドウを形成するパターンに被着される。ポール先端部領域は、ウィンドウ上に形成される。イオンビームミリングを用いてポール先端部領域をトリミングし、その結果ポール先端部領域に隣接する第2シールド層S2に溝を形成する。前記薄膜磁気ヘッド構造は、非磁性基板により支持される。本発明の利点は、トリミングされる領域が書込みポールに近い狭い領域に限定され、かつMR読出しセンサが適切にシールドされ、かつ誘導型の書込み過程が読出し性能に与える影響を最小にするように、S2/P1への損傷が最小となる点である。本発明の別の利点は、その構造によりサイド書込みが低減してオフトラック性能及び誘導書込み性能を改善し、高密度磁気記録を実現できるという点である。

【発明の実施の形態】図10において、基板上に形成された読出しヘッドは、第1シールド(S1)層102と第2シールド(S2)層104との間に挟まれたMR素子100を有する。MR読出し素子は、感知素子、磁区安定化層及びバイアス層からなり、感知素子はAMR、AV、又はGMR材料の何れで形成される。磁区安定化層は、バルクハウゼンノイズを抑制するために用いられる。バイアス層は、センサ素子が線形領域で動作し、かつ最大感度を有することを確保する。読出しヘッドの第2シールド(S2)層104は、書込みヘッドの下側ポールP1としても機能する。誘導型書込みヘッドは、下側ポールP1層及び上側ポールP2層106を有する。絶縁書込み変換ギャップ層108は、P1層とP2層との間に挟まれている。第2シールドS2層104の、ポール先端部領域の側部114及び116を超える大きな幅によって、磁束がポール先端要素P1の幅を超えて第2シールド層S2に向かって延びている。この磁束が、オフトラック性能を低下させるサイド書込みを生じさせる。実際には、この問題は、書込みギャップの一方の側の第2シールド層をイオンミリングして、下側ポール片P1の延長部であるペDESTAL部を形成することによって解決される。第2シールド層S2の幅は、MR素子をシールドするように選択される。実際には、ペDESTAL部を形成するイオンミリングの際に、第2シールド層S2が、ポールトリム構造を形成するときに傾斜した形になる。ポールP2の影ができるために、S2/P1は傾斜し、書込みポールから離れた外側領域118及び120において薄くなる。このことは、薄い構造が外側領域におけるシールドの効果を低下させるので望ましくない。図10の破線に示されているような平坦な構造が理想的である。

磁気抵抗(MR)ヘッド構造の製造方法

(P9B) 本発明の好適な方法は、P2画定書込み構造を形成することである。P2画定型の書込み構造では、書込みポール構造が、コイル層、絶縁体及びP2の後に

形成される。本発明の別の実施例は、P1画定書込み構造に関するものである。P1画定型式の書込み構造では、書込みポール構造が、コイル層、絶縁体及びP2より前に形成される。下側P2先端部及びペDESTAL状構造の上部における高飽和磁束密度層（高Bsat層）が、書込みギャップの近傍に設けられる。高飽和磁束密度層は高磁気モーメント軟磁性金属であり、 $\text{Ni}_{100-x}\text{Fe}_x$ ($x=35, 45, 55$)、 CoZrX ($X=\text{Ta}, \text{Cr}, \text{Ru}, \text{Rh}$)、及び FeNX ($X=\text{Al}, \text{Ta}, \text{Rh}$) からつくることができる。図1及び図2は、P2画定法での第1実施例を詳細に説明するものである。第1シールドS1層200を設け、その上に感知素子202及び一対のリード接続部205を被着する（図1A）。MR読出し素子は、感知素子、磁区安定化層、及びバイアス層からなり、前記感知素子はAMR、SV、及びGMR材料の何れかよりなる。第2シールドS2層204は、MR素子の上に被着する（図1B）。従って、MR素子は、第1シールドS1層200と第2シールドS2層204との間に配置され、第1読出しギャップ201及び第2読出しギャップ203により両シールドから離隔されている。第2シールド層204は、書込みヘッドの下側ポール片P1として機能するので、S1/P1と表示する。第2シールド材料は、パーマロイ、又はパーマロイと高飽和磁束密度軟磁性材料との二重層構造から形成される。保護層206は、S2/P1シールド層204の上に被着される（図1C）。好適な保護層は、 Al_2O_3 、 SiO_2 、又は Si_3N_4 のような誘電体材料と、Ta、W、及びMoのような非磁性材料との複合層よりなる。次に、この複合層をパターンニングしてウィンドウ208を形成する。書込みギャップ層210は、保護層の上に被着される（図1D）。書込みギャップの工程の後に、第1絶縁層230、コイル232、及び第2絶縁層234が形成される（図2E）。所望に応じて、多層コイル構造を形成することができる。このコイル及び絶縁体構造の形成後、高飽和磁束密度層212を、書込みギャップ層210及び絶縁層230及び234の上に被着する。次に、めっき又はスパッタ磁性膜からなる上側P2ポール層214を、高飽和磁束密度層の上に被着する（図2F）。垂直な側壁を形成するために、イオンビームトリミングを用いて、ポール先端部をトリミングする（図2G）。ポール先端部及びヨーク構造の双方にスパッタによる高飽和磁束密度材料を用いた場合には、イオントリミングのマスクとしてフォトレジスト又は他のハードマスクを用いることができる。保護層206は、イオンエッチングの際に下側ポールP1の延長部P1/P2であるペDESTAL部216を形成する機能を果たす。別の実施例は、P1画定構造に拡張される。この方法は、図4～図6に詳細に説明されている。この実施例について書込みギャップ形成の段階までは、図1、2の第1実施例と類似の工程を用いる（図4A～図4D）。書込みギャップ形成工程の後、高飽和磁束密度層

312を書込みギャップ210の上に被着し、上側ポール先端部構造314を形成する（図5E）。垂直な側壁を形成するイオンビームミリング及び反応性イオンミリングの組み合わせを用いてポール先端部をトリミングする。（図5F）。ポール先端部及びヨーク構造の双方にスパッタによる高飽和磁束密度材料を用いる場合には、イオンミリングのマスクとしてフォトレジスト又は他のハードマスクを用いることができる。保護層206は、イオンエッチングの際に、下側ポール片P1の延長部P1/P2であるペDESTAL部216を形成する機能を果たす。トリミングされたポールを形成した後、 Al_2O_3 、 SiO_2 、又は Si_3N_4 のような誘電体絶縁層を被着し（図4g）、続けてこの構造を化学的機械的研磨によって平坦化する（図6H）。平坦化した誘電体材料は、コイル322の第1絶縁体として機能する（図6I）。所望に応じて、多層コイル構造を、追加のコイル及び絶縁体を用いて形成することができる。コイル及び絶縁体構造の形成後、上側ヨーク構造324を形成する（図6J）。図2G及び図6Jに示すように、保護層を用いることにより、ポール先端部領域に隣接する第2シールドS2層204に溝209/211及び309/311が形成されることになる。この溝は、磁束が、ポール先端部要素P1/P2の幅を超えて第2シールドS2層204に向かって延びるのを防止する。この構造により、サイド書込みが少なくなって、オフトラック性能が改善される。第2シールドS2層の幅は、MR素子がシールドされるような幅である。

ウィンドウの形成方法

P1画定型式書込み構造又はP2画定型式の書込み構造について、本発明の教示するところに従って、保護層及びウィンドウが形成される。第1実施例については、図8を参照して説明する。薄いTa（100-300Å）層402、 Al_2O_3 層（5000-15000Å）404、及び厚いTa膜（2000-10000Å）406で形成された三層構造を、S2/P1 400の上に形成する（図8A）。保護ウィンドウマスク408を、フォトレジストプロセスにより形成する（図8B）。次に、イオンミリングを用いて、上側の厚いTa膜410を除去する（図8C）。 Al_2O_3 層が露出すると、下側の薄いTa膜414をエッチストップとして、ウェットエッチングプロセス又は反応性プロセスを適用して Al_2O_3 材料412を除去することができる。

（図8D）。この薄いTaエッチストップ層は、書込みギャップを被着する際に、スパッタエッチングにより除去することができる。上側の厚いTa膜が選択されるのは、それが、ポール材料として用いられる遷移金属及び合金に対して高いイオンミリング選択性を有するからである。TaW、Wのような他の種類の材料を用いることもできる。Ta材料を用いることの別の利点は、アルゴン/フッ化物反応性イオンミリングプロセスにおける書込みギャップ Al_2O_3 に対するその高い選択性である。ウィンドウ

形成のために、 Al_2O_3 、 SiO_2 、又は Si_3N_4 のような他の種類の絶縁誘電体材料を用いることができる。このウィンドウは、リフトオフ技術、又はエッチバック技術によってパターンニングすることができる。

ポール形成工程

保護層を形成した後、P2ポール構造を形成する。このポール構造を形成するための好適な方法は図9に示されている。

(1) イオンミリング（物理的衝突）により高飽和磁束密度層又はシード層506を完全に除去する。フォトレジスト又はポール材料よりなるハードマスク508を用いることができる。

(2) アルゴン／フッ化物の化学作用を用いた反応性イオンビームエッチング（RIE）を適用して書込みギャップ504を除去する好適な化学作用は Ar/CHF_3 である。

(3) 書込みギャップの除去後、イオンミリングを用いて、S2/P1層500にベデスタル状構造502を形成する。

磁気抵抗（MR）ヘッド構造

図2Gに示すP2画定法を用いる第1実施例の最終的な構造は、第1シールド層200、MR読出し素子202、下側ポールP1としても機能する第2シールド層204、P1/P2領域216、追加の書込みギャップ218、書込みギャップ220、及び上側ポール222からなる。保護層及びウィンドウを用いることにより、ポール先端部領域222の両側近傍の第2シールド層（S2）204に溝209及び211が形成される。図6Jに示すP1画定法を用いる実施例の最終的な構造は、第1シールド層200、MR読出し素子202、下側ポールP1としても機能する第2シールド層204、P1/P2領域316、追加の書込みギャップ318、書込みギャップ320、及びP2ポール先端片324からなる。絶縁体に包囲されたコイル322は、下側P1ポール層と上側P2ポール層との間に被着される。P2ポール層より広い幅の上側P2ギャップ324は、ヨークに結合されている。保護層及びウィンドウを用いることにより、ポール先端部領域の両側近傍の第2シールド層

（S2）204に溝309及び311が形成される。両構造の溝は、磁束が、先端要素P1/P2の幅を超えて第2シールド層Sに向かって延びることを防止する。この構造により、サイド書込みが少なくなる結果、オフトラック性能が改善される。第2シールド層S2の幅は、MR素子がシールドされるような幅である。ここに開示するMR素子が、異方性MR（AMR）効果、スピンバルブ（SV）効果、又は巨大磁気抵抗（GMR）効果、若しくは磁界が印加されて素子の磁化が変化したときに磁性導体の抵抗が変化する現象に基く他の全ゆる構造を用いて動作する全ゆる素子であり得るということは、当業者に理解されよう。イオンビームプロセスは、Arイオ

ンビームトリミングプロセスと Ar/CHF_3 反応性イオンビームトリミングプロセスの組み合わせとすることができ、 CF_4 及び CH_2F_2 のような他のフッ化物の化学作用を適用できるということは、当業者に理解されよう。保護層は、例えば、これらに限定するものではないが、 Ta 、 Al_2O_3 、 Ta 膜や、薄い Ta （100-300Å）、 Al_2O_3 （5000-15000Å）、及び厚い Ta 膜（2000-10000Å）の組み合わせ、若しくは SiO_2 、 Si_3N_4 、 TaW 、及び Cr のような他の非磁性材料のような全ゆる適当な非磁性材料であり得ることは、当業者に理解されよう。上側の厚い Ta 膜が選択されるのは、ポール材料として用いられる遷移金属及び合金に対するそのイオンミリング選択性が高いからである。 TaW 及び W のような他の種類の材料を用いることもできる。 Ta 材料を用いることの別の利点は、アルゴン／フッ化物反応性イオンミリングプロセスにおける書込みギャップ Al_2O_3 に対するその高い選択性である。 Al_2O_3 、 SiO_2 、又は Si_3N_4 のような他の種類の絶縁誘電体材料を、ウィンドウの形成のために用いることができる。このウィンドウは、リフトオフ技術又はエッチバック技術によってパターンニングすることができる。

【発明の効果】本発明によれば、上述したように構成することにより、複合型薄膜磁気ヘッドの誘導型書込みヘッドにおいて、サイドフリッジによる書込みが低減し、オフトラック性能が改善される。

【図面の簡単な説明】

【図1】図A～図Dは、それぞれトリミングされポール構造がコイル及び絶縁体層の形成後の最終的な上側ポール工程段階において形成される（P2画定法）本発明第1実施例の複合型MRヘッドの製造過程における中間的な構造の空気ベアリング面（ABS）を示す端面図と断面図。

【図2】図E～図Gは、それぞれ図2A～図2Dに続く工程における図2と同様の端面図と断面図。

【図3】図3は、図1及び図2に示す実施例において用いられる保護ウィンドウの形成方法を示す詳細なフロー図。

【図4】図A～図Dは、それぞれトリミングされたポール構造がコイル及び絶縁体層の形成前で下側ポールP1プロセスの直後に形成される（P1画定法）本発明第2実施例の複合型MRヘッドの製造過程における中間的な構造の空気ベアリング面（ABS）を示す端面図と断面図。

【図5】図E～図Gは、それぞれ図4A～図4Dに続く工程における図4と同様の端面図と断面図。

【図6】図H～図Jは、それぞれ図5E～図5Gに続く工程における図4と同様の端面図と断面図。

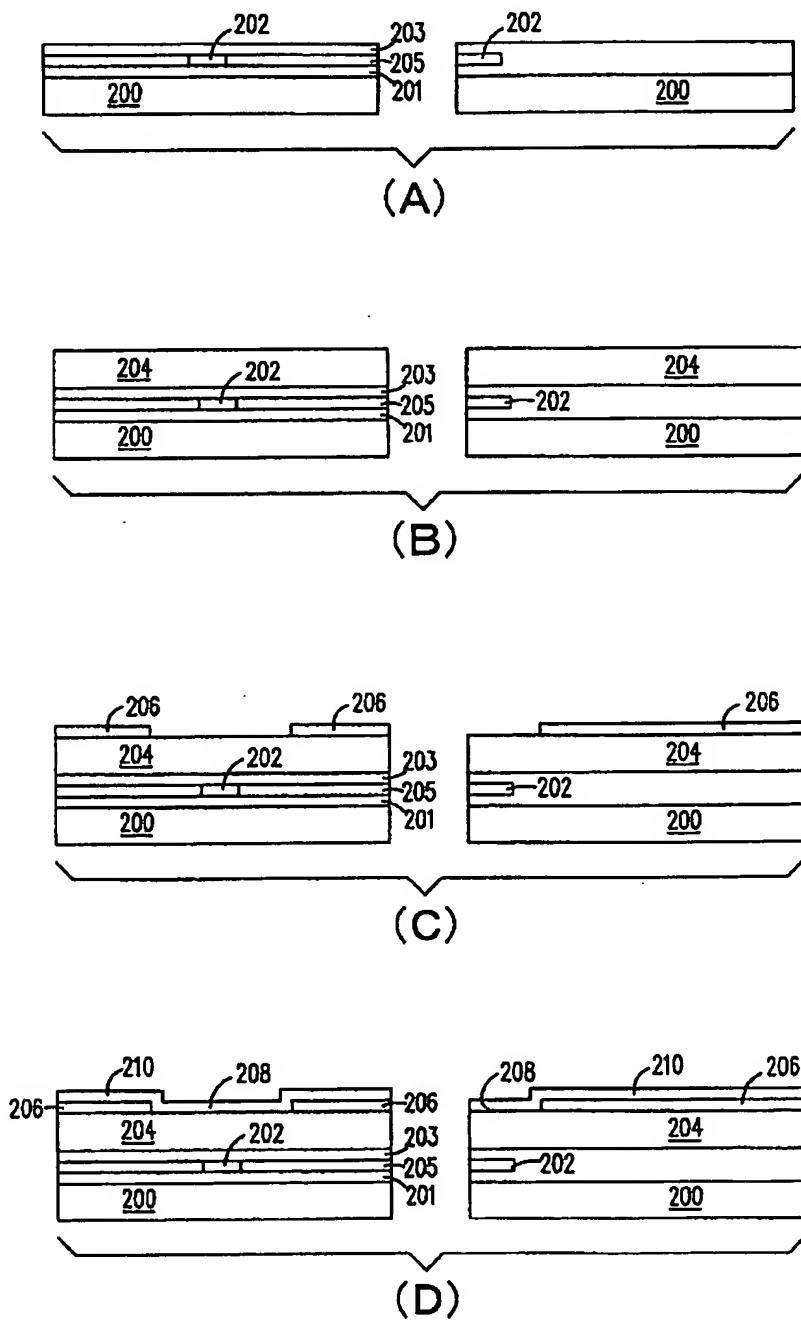
【図7】図4～図6に示す実施例において用いられる保護ウィンドウの形成方法を示す詳細なフロー図。

【図8】図A～図6Dは、保護ウィンドウマスクの形成方法を工程順に示す図。

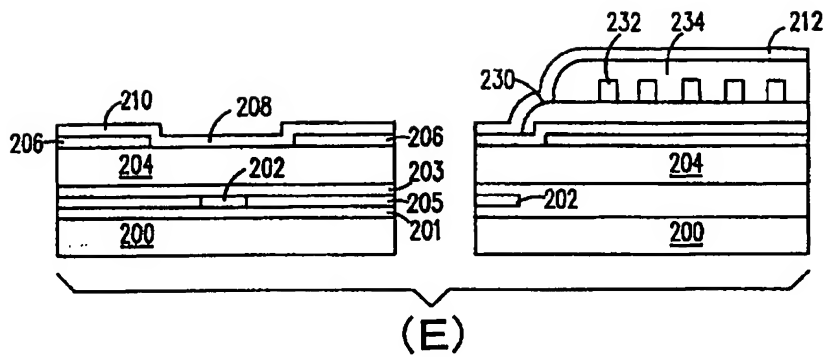
【図9】図A～図Dは、イオンミリングと反応性イオンミリングプロセスとを組み合わせるポルトリミリング法を工程順に示す図。

*【図10】図A及びBは、それぞれ従来のMRヘッド構造の空気ベアリング面（ABS）を示す端面図及び断面図。

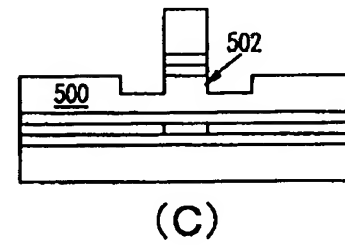
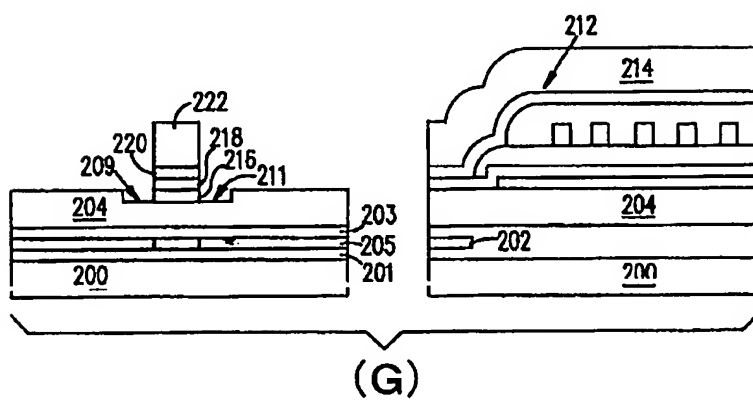
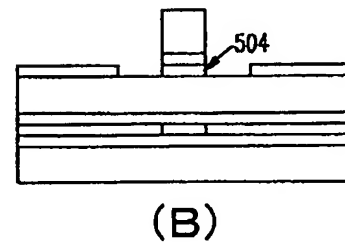
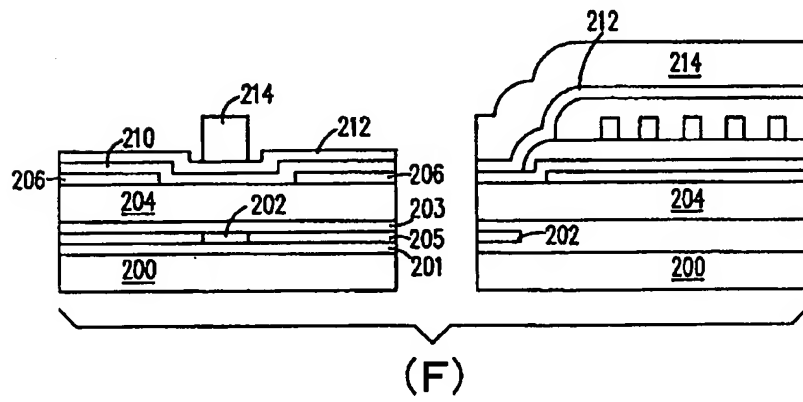
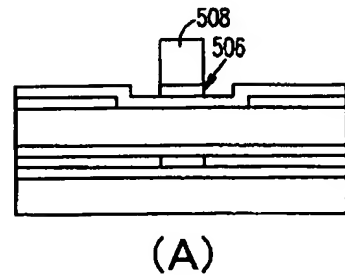
【図1】



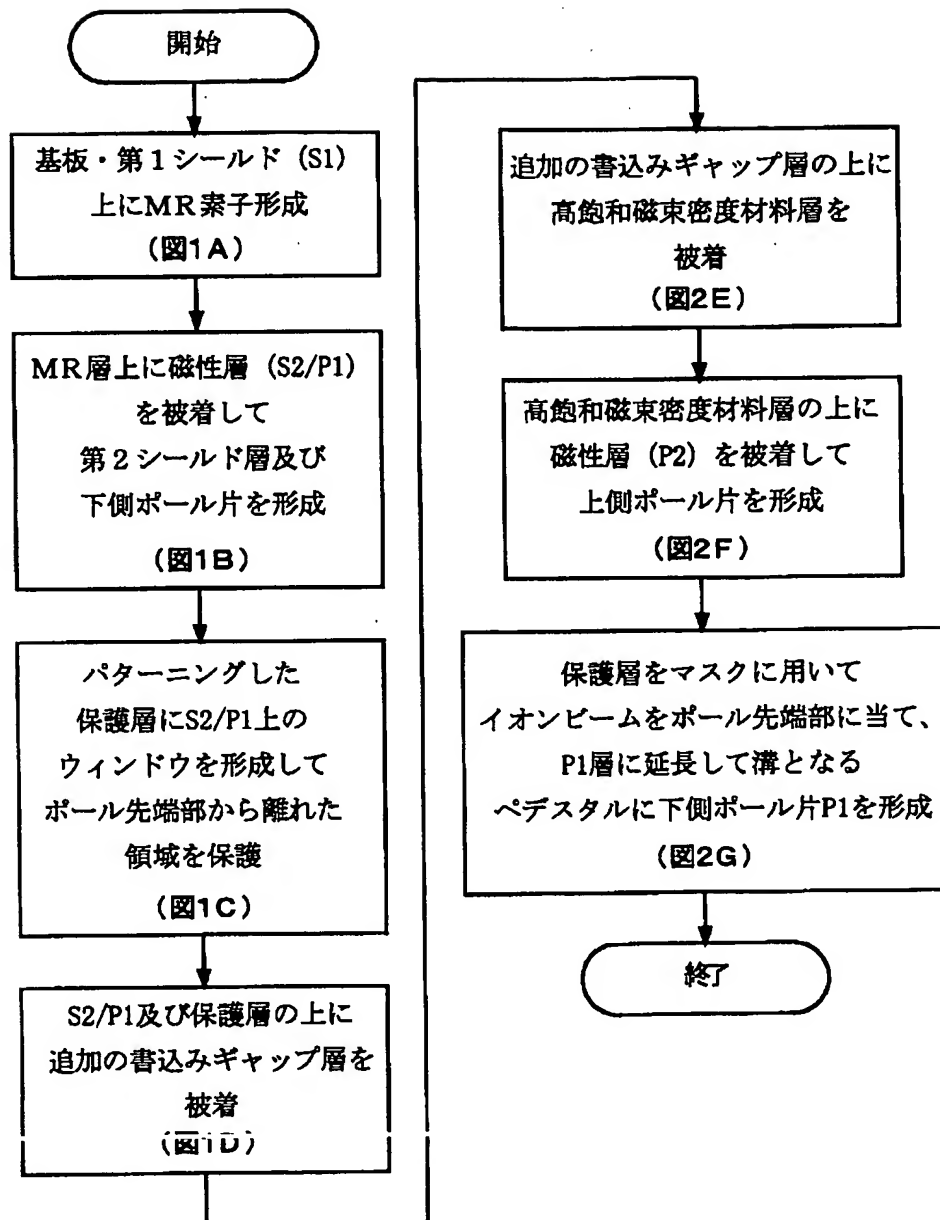
【図2】



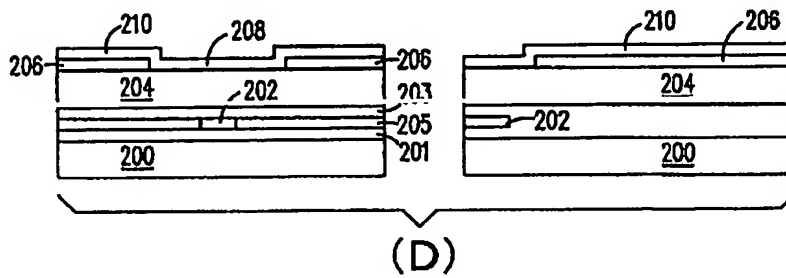
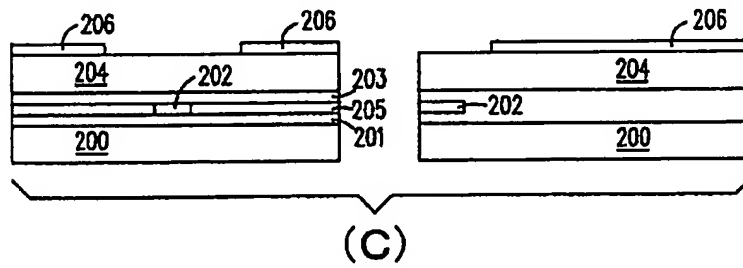
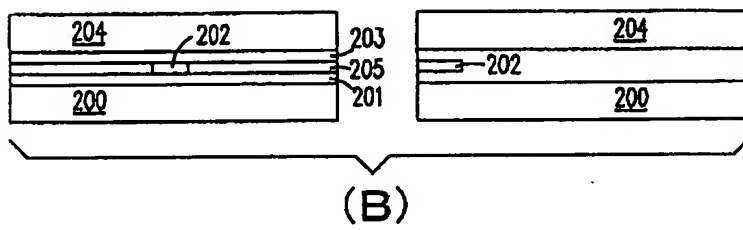
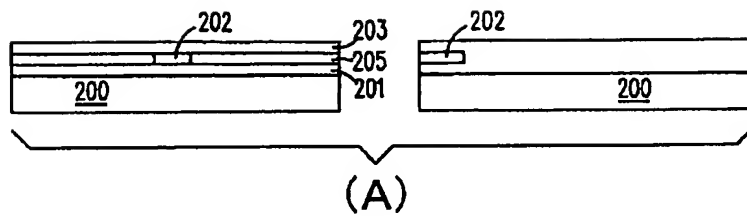
【図9】



【図3】



【図4】



【図8】

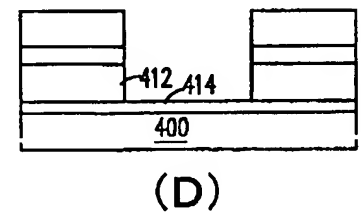
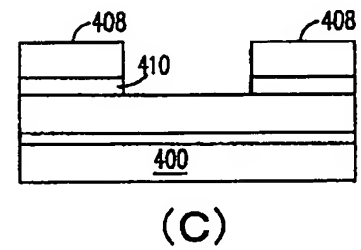
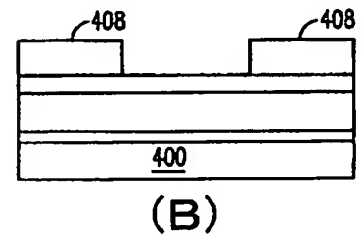
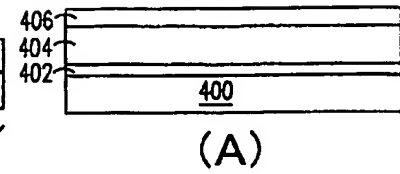
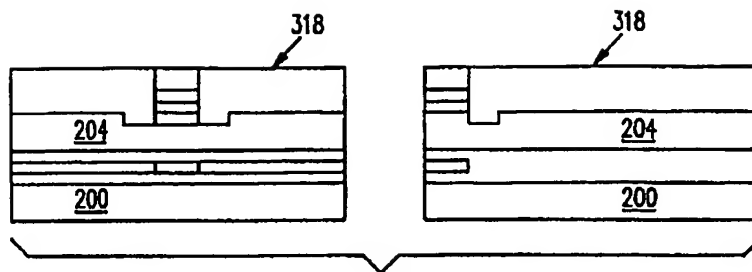
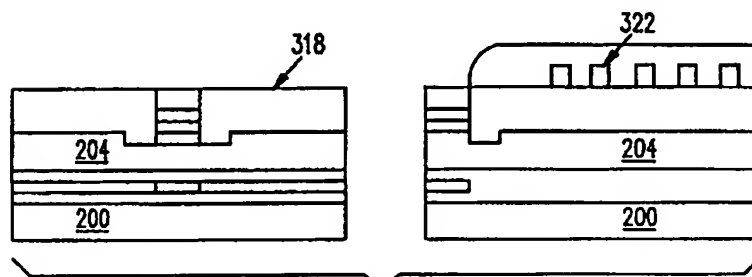


Fig. 1 consists of two cross-sectional views, (A) and (B), of a semiconductor device. View (A) shows a cross-section with layers 102, 100, 104, 106, 108, 110, 114, 116, 118, 120, and 103. View (B) shows a cross-section with layers 102, 100, 104, 106, and 108.

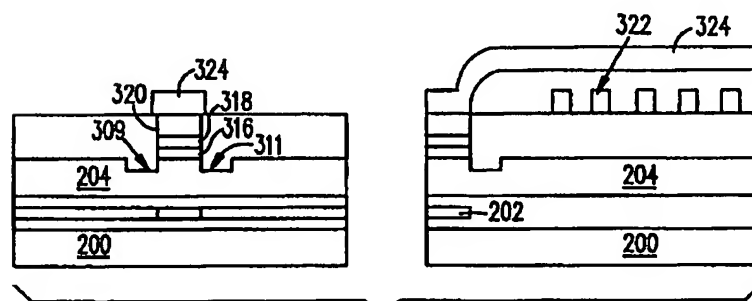
【図6】



(H)

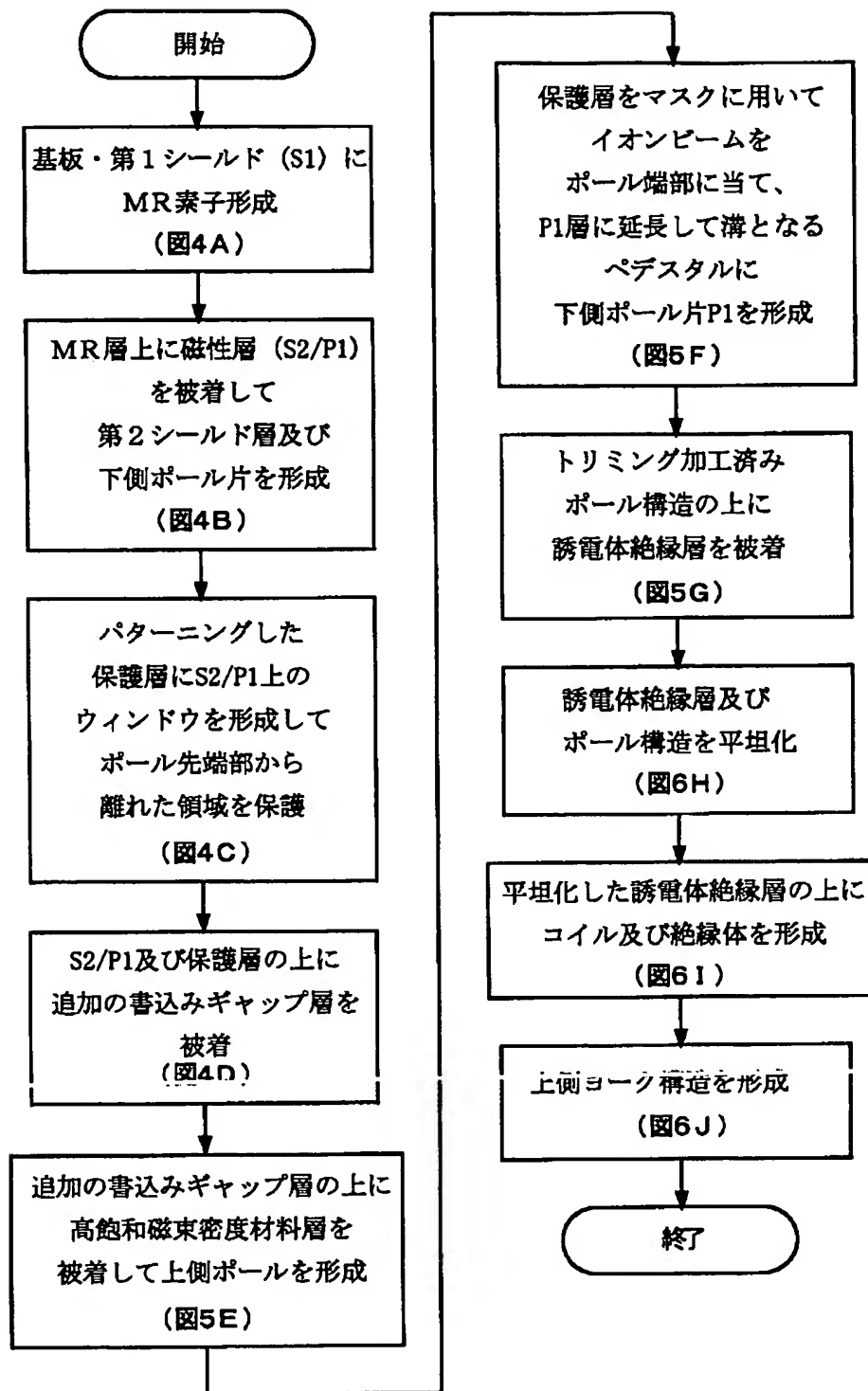


(I)



(J)

【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 バーサ・ハイガーバーラール
アメリカ合衆国・カリフォルニア州・
95125, サン・ノゼ, プレス・アベニュー・1142

(72)発明者 リエンーチャン・ウォン
アメリカ合衆国・カリフォルニア州・
94538, フリーモント, #イー309, レッド・ホーク・サークル・1401